DOCUMENT RESUME

ED 308 077 SE 050 663

AUTHOR Rao, C. S., Ed.
TITLE Manuel du Professeur de Science. (Science Teachers' Handbook). Appropriate Technologies for Development Series Reprint R-64.
INSTITUTION Peace Corps, Washington, DC. Information Collection and Exchange Div.
PUB DATE Sep 87
NOTE 381p.; For English edition see SE 050 661; Spanish edition see SE 050 662. Drawings may not reproduce well.
PUB TYPE Guides - Classroom Use - Guides (For Teachers) (052) -- Translations (170)
LANGUAGE French

EDRS PRICE MF01/PC16 Plus Postage.
DESCRIPTORS Biology; Chemistry; Foreign Countries; *Laboratory Equipment; *Laboratory Procedures; Physics; Science Activities; *Science Fairs; Science Projects; Secondary Education; *Secondary School Science; Teaching Methods
IDENTIFIERS India; Peace Corps

ABSTRACT

Science should not be presented as a collection of facts; it must be presented as an active dynamic subject. It should be used to stimulate young minds and encourage questioning. This is a publication designed to meet the needs of science teachers for a day-to-day reference in science. It was intended for the use of Peace Corps volunteers and science teachers in India. Contained in this publication are ideas and instruction for: (1) "Demonstrations, Practicals, and Practical Tests"; (2) "Science Clubs"; (3) "Investigations"; (4) "Science Fairs"; (5) "Improvised Apparatus"; (6) "Tools Use and Care"; and (7) "Laboratory Techniques." (CW)

****
* Reproductions supplied by EDRS are the best that can be made *
* from the original document. *
****

ED308072

U.S. DEPARTMENT OF EDUCATION
Office of Educational Research and Improvement
EDUCATIONAL RESOURCES INFORMATION CENTER (ERIC)

☒ This document has been reproduced as received from the person or organization originating it.

☐ Minor changes have been made to improve reproduction quality.

• Points of view or opinions stated in this document do not necessarily represent official OERI position or policy.

Manuel Du Professeur De Science

Peace Corps
INFORMATION COLLECTION & EXCHANGE
REPRINT R-64

SE 050 663

BEST COPY AVAILABLE

INFORMATION COLLECTION & EXCHANGE

Peace Corps' Information Collection & Exchange (ICE) was established so that the strategies and technologies developed by Peace Corps Volunteers, their co-workers, and their counterparts could be made available to the wide range of development organizations and individual workers who might find them useful. Training guides, curricula, lesson plans, project reports, manuals and other Peace Corps-generated materials developed in the field are collected and reviewed. Some are reprinted "as is"; others provide a source of field based information for the production of manuals or for research in particular program areas. Materials that you submit to the Information Collection & Exchange thus become part of the Peace Corps' larger contribution to development.

Information about ICE publications and services is available through:

Peace Corps
Information Collection & Exchange
Office of Training and Program Support
806 Connecticut Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20526

Add your experience to the ICE Resource Center. Send materials that you've prepared so that we can share them with others working in the development field. Your technical insights serve as the basis for the generation of ICE manuals, reprints and resource packets, and also ensure that ICE is providing the most updated, innovative problem-solving techniques and information available to you and your fellow development workers.

Peace Corps

MANUEL DU PROFESSEUR DE SCIENCE

Traduit par:
FLS, Inc.
Claire Vlasse

PEACE CORPS

Bureau de Réunion et d´Echange des Informations
(ICE)

Septembre 1987

Publié par le
PEACE CORPS AMERICAIN

Imprimé à
BOYS TOWN INDUSTRIAL TRAINING CENTER
HYDERABAD, A.P.
INDE

Imprimé pour la première fois en
mars 1968

Edite par

C.S. RAO

et
les BENEVOLES DU
PEACE CORPS AMERICAIN
India 30

I N T R O D U C T I O N

Nous voici engagés dans l'âge de la Science et de la Technologie. Les pays en voie de développement, comme le nôtre, qui ne peuvent pas même se permettre de posséder les structures de base nécessaires à l'établissement de centres d'éducation, ne peuvent compter que sur leurs ressources humaines. Nos professeurs de Science se doivent de faire tout leur possible pour rendre l'étude de leur discipline intéressante et stimulante et pour faire comprendre à nos enfants le but de la Science: une meilleure connaissance du monde menant à une vie meilleure. Il est donc de la plus haute importance que nos professeurs utilisent pleinement l'équipement disponible et que, là où celui-ci fait défaut, ils soient à même d'improviser appareils et matériel éducatif. C'est dans ce but que les bénévoles du Peace Corps américain ont organisé, dans sept villes de cet état, des Ateliers de Travail pour professeurs de Science; la présente publication est le résultat de leurs efforts. Je suis certain que cet ouvrage, utilisé comme un guide, incitera nos professeurs à fournir un maximum d'efforts dans ce domaine.

L.BULLAYYA
Directeur de l'Instruction Publique
Andhra Pradesh,Hyderabad.

P R E F A C E

Que fait ici le Peace Corps américain? On nous a déjà posé la question, dans cet état, à propos des travaux du Peace Corps.

On trouvera une partie de la réponse dans les pages de ce "Manuel du Professeur de Science". Les professeurs de Science des Lycées réclamaient un manuel comme celui-ci: ils ont été les instruments de sa réalisation. Cet ouvrage est une tentative de réponse aux besoins immédiats de ces professeurs d'Andhra: un manuel de référence scientifique de base.

Le directeur de l'Instruction Publique, en permettant le fonctionnement de ces Ateliers de Travail avec les Volontaires Américains, a permis au Peace Corps de participer à ce programme de formation professionnelle et de gagner l'expérience nécessaire à une publication de ce genre.

La Science ne peut plus se satisfaire des règles du passé; l'enseignement scientifique doit être captivant et dynamique. Il doit stimuler l'esprit des élèves et les inciter à se poser des questions.

Le but de ce manuel n'est pas d'enseigner des hypothèses nouvelles ni des concepts difficiles; il est basé sur le programme de cet état et présente de nouvelles façons d'enseigner de vieilles théories.

Nous souhaitons que ce Manuel témoigne du profond intérêt que nous portons aux professeurs de Science d'Andhra Pradesh et de notre volonté de leur venir en aide.

ANTHONY DE ANGELO
Directeur,
Peace Corps,
Hyderabad, A.P.

A V A N T - P R O P O S

Je suis heureux que l'on m'ait demandé d'écrire l'avant-propos d'un livre aussi utile que celui-ci. Ce livre couvre une grande variété de sujets. Il donne bien des renseignements que l'on ne trouve généralement pas dans les manuels scolaires. Les chapitres "Travaux de Recherches", "Expériences" et "Matériel improvisé" donnent des idées bien utiles aux professeurs de Lycées.

Ce livre est le résultat des travaux d'un groupe de bénévoles dévoués (appartenant au Peace Corps américain) qui dirigèrent des Ateliers de Travail Scientifique dans cet état pendant plus d'un an. Il n'est pas exagéré de dire que ces bénévoles ont fait un travail remarquable bien que la plupart d'entre eux ne soient spécialistes dans aucun domaine scientifique. Voilà qui constitue, peut-être, le premier essai jamais tenté, dans notre pays, de mettre un livre tel que celui-ci dans les mains de professeurs de Science. Je suis certain que, bien utilisé, cet ouvrage les aidera énormément dans leur enseignement, les aidant à devenir de meilleurs professeurs de Science.

Pour diverses raisons, le professeur de Science, en Inde, n'a pas appris à travailler avec ses mains. Il n'a appris ni à concevoir, ni à fabriquer les instruments dont il a besoin. A une époque où le gouvernement et les directeurs d'école n'arrivent pas à trouver les fonds nécessaires à l'équipement correct des laboratoires scolaires, il est impératif que les professeurs improvisent autant d'appareils que possible afin de rendre leur enseignement intéressant et efficace. Je suis persuadé que ce livre en incitera beaucoup à construire les appareils nécessaires et, aussi, à organiser des Clubs Scientifiques sur des bases solides. Bien qu'il soit basé sur le programme de Science des Ecoles Secondaires d'Andhra Pradesh, je suis certain qu'il sera tout aussi utile aux enseignants des autres états.

Je fais des voeux pour que la parution de ce livre constitue un pas en avant sur le chemin de l'amélioration de l'enseignement des Sciences dans notre pays.

G.GOPINATHA RAO
Deputy Commissioner for
Government Examinations.

R E M E R C I E M E N T S

Enseigner la Science est un art qui s'acquiert par la pratique. Les outils en sont nombreux mais doivent, souvent, être modifiés pour s'adapter aux besoins spécifiques de chaque école. La matière de cet ouvrage, de même que les outils d'enseignement, a été modelée en fonction des exigences du programme d'Andhra; elle est basée sur l'expérience des Bénévoles du Peace Corps américain qui ont dirigé les Ateliers de Travail Scientifique en Andhra Pradesh: Ken Nisbet, Gary Dandurand, Dave Traxler, Henry Swezy, Jon Elsky, John Waterman, Mark Keintz, David Reichhardt, Dave Betts, Jim O'Rourke, Richard Fleischer, Steve Bossi, Jerry Brennig, Raymond Crow, Brian Flynn, David Morgan, Jim Meier, Tom Sowa, Ted Smith and Richard Krajec.

Pour avoir oeuvré à la réalisation de ce livre - et tout le mérite leur en revient - nous remercions les Bénévoles du Peace Corps américain et les enseignants qui ont participé aux Ateliers de Travail Scientifique.

Nos remerciements vont également à Mr.Gopinatha Rao, Deputy Commissioner of Government Examinations et à Mr.Seshu Iyengar, Lecturer, Science Education Unit, pour leurs remarques et leurs encouragements.

C.S.RAO
Editeur

T A B L E D E S M A T I E R E S

CHAPITRE I : EXPERIENCES, TRAVAUX PRATIQUES ET EXAMENS DE TRAVAUX PRATIQUES 1

Expériences 3
Travaux Pratiques 5
Examens de Travaux Pratiques 11
Exemples de questions pour les examens de T.P. 16

CHAPITRE II : LES CLUBS DE SCIENCE 23

Comment former un Club de Science 27
Les activités d'un Club de Science 31

CHAPITRE III : TRAVAUX DE RECHERCHE 37

Comment concevoir un travail de recherche 41
Comment mener une recherche 49
Comment faire le compte-rendu d'une recherche 53
Exemples de travaux de recherche 57
A) Chimie 58
1°) Exemples de rapports de recherche 58
2°) Quelques idées de travaux de recherche 77
B) Biologie 80
1°) Exemples de rapports de recherche 80
2°) Quelques idées de travaux de recherche 97
C) Physique 101
1°) Exemples de rapports de recherche 101
2°) Quelques idées de travaux de recherche 115

CHAPITRE 4 : EXPOSITIONS SCIENTIFIQUES 119

Organisation d'une exposition scientifique 123
Préparation des objets d'exposition 126
Décernement des prix 128

CHAPITRE 5 : MATERIEL IMPROVISE 131

Construction de divers appareils 134
Marche à suivre lors de la construction des appareils scientifiques 248
Liste d'objets utiles pour les activités suggérées dans ce livre 249

CHAPITRE 6 : TECHNIQUES D'UTILISATION ET ENTRETIEN DES OUTILS 253

Techniques d'utilisation 257
Autres techniques 265

CHAPITRE 7 : TECHNIQUES DE TRAVAIL EN LABORATOIRE 267

Techniques générales 270
Techniques de travail en Biologie 278
Techniques de travail en Chimie 313
Techniques de travail en Physique 327

C H A P I T R E I

E X P E R I E N C E S , T R A V A U X P R A T I Q U E S

E T

E X A M E N S D E T R A V A U X P R A T I Q U E S

Les expériences, les travaux pratiques (T.P.) et les examens de travaux pratiques servent de base à tout programme d'enseignement scientifique. Faisant appel, de façon répétée, aux capacités d'observation et de raisonnement de l'élève, ces activités lui fournissent une expérience dont il aura besoin pour comprendre les méthodes scientifiques. Convenablement préparées et exécutées, elles constituent des outils efficaces pour le professeur.

Travaux pratiques et expériences devraient avoir lieu, si possible, avant l'enseignement de la théorie. C'est en guidant l'élève vers la compréhension pratique d'un problème que le professeur le prépare à l'explication théorique qui va suivre; il se peut que l'élève soit amené à la "découvrir" de lui-même. Les élèves apprendront alors la théorie plus vite et de façon plus approfondie que si les travaux pratiques sont présentés après l'étude théorique, comme s'il s'agissait simplement d'un exercice de vérification.

L'examen de T.P. évalue la capacité de l'élève à appréhender les relations qui existent entre la théorie et la pratique de la science qu'il étudie. L'examen fait appel à une compréhension parfaite de la théorie et à l'utilisation des dons d'observation, de manipulation et d'esprit critique qu'il a développés. L'examen de T.P. constitue, pour l'élève, une expérience utile et, pour le professeur, une bonne méthode d'évaluation.

Suivent quelques suggestions qui pourront aider le professeur à organiser ces activités.

I) E X P E R I E N C E S

Avant de faire une expérience

Faites l'expérience seul d'abord; ainsi vous serez sûr que tout ira bien quand vous la pratiquerez devant les élèves. Notez par écrit ce que vous allez dire en classe de façon à ce que le cours se déroule sans temps mort: notez les questions importantes que vous avez l'intention de soulever avant, pendant et après l'expérience.

Pour commencer

Gardez le matériel nécessaire à l'expérience dans un coin de la classe, prêt à être utilisé, mais dans un endroit où il ne distraira pas l'attention des élèves pendant que vous présenterez la leçon. Commencez celle-ci en leur posant des questions auxquelles ils pourront répondre en faisant l'expérience. Vous pouvez alors apporter devant eux votre matériel; disposez-le de telle sorte que chaque élève puisse bien voir ce qui se passe.

Faites assembler le matériel par les élèves

Si l'appareil doit être assemblé devant la classe, demandez à un ou plusieurs élèves de faire le montage, chaque élève effectuant une partie du travail. Veillez à ce qu'ils utilisent les techniques d'assemblage correctes afin que cela leur serve également de leçon en utilisation du matériel. Si, à chaque démonstration, vous demandez à différents élèves d'assembler l'appareil, en fin de compte, tous les élèves de la classe auront appris à le manipuler.

Laissez les élèves effectuer les différentes parties de l'expérience

Quand l'appareil est assemblé et quand les élèves connaissent la fonction de chacune de ses pièces, demandez à plusieurs élèves d'effectuer les différentes parties de l'expérience. Celui qui fait l'expérience ne doit pas gêner la vue du reste de la classe. Demandez à un second élève de relever les résultats par écrit et de noter également les observations faites pendant le déroulement de l'expérience. En faisant appel à différents élèves, vous soutiendrez plus facilement l'intérêt de la classe. Vous pouvez poser des questions aux élèves à chaque étape de l'expérience.

Comment tirer des conclusions

Quand l'expérience est terminée, demandez aux élèves d'étudier les résultats obtenus et d'en tirer des conclusions. En posant les questions appropriées, vous pouvez les amener à comprendre la théorie.

Demandez maintenant à plusieurs élèves de résumer le déroulement et les conclusions de l'expérience afin d'imprimer durablement la leçon dans leur esprit. Il se peut qu'ils posent des questions sur l'expérience qu'ils viennent de réaliser; le professeur peut alors leur suggérer d'y répondre en pratiquant d'autres expériences, chez eux, avec un matériel improvisé. C'est aussi une bonne occasion pour mettre au point des projets de recherche sur lesquels ils travailleront dans le cadre du Club de Science. Grâce à ce qu'ils auront appris au cours de la démonstration, les élèves comprendront plus facilement la théorie.

II) T R A V A U X P R A T I Q U E S

Afin que les élèves en tirent le maximum de profit, les travaux pratiques doivent être soigneusement préparés. Il est nécessaire de clarifier plusieurs points avant que vous ne commenciez des T.P. avec vos élèves.

Le temps

Il est à considérer en premier lieu; et, là, il vous faut obtenir la coopération du directeur de l'école. Pour chacune de ses classes, le professeur de Science doit pouvoir compter, pour ses T.P., sur deux heures d'affilée, une fois par semaine. Il est préférable que ces deux heures lui soient assignées en fin de journée, de sorte qu'il ait amplement le temps de préparer son cours. En l'absence de ce type d'organisation, il est quasiment impossible au professeur d'organiser des travaux pratiques.

L'équipement

Si le nombre ou la variété des appareils sont insuffisants, le professeur peut pallier ce manque en improvisant lui-même l'équipement nécessaire aux travaux pratiques ou en le faisant fabriquer par les membres du Club de Science. Les élèves y gagneront un nombre accru d'appareils et, parce qu'ils les auront fabriqués eux-mêmes, ils y gagneront un certain "savoir-faire" qu'ils ne possédaient pas auparavant.

Le local

Dans certaines écoles, il n'y a pas de salle réservée aux activités scientifiques ou, s'il y en a, elle est inadéquate. Si vous disposez d'une salle, mais qu'il n'y ait pas de paillasse, vous pouvez fort bien pratiquer les expériences sur le sol. Si vous ne disposez que de votre salle de classe, poussez les bancs contre les murs et utilisez l'espace libéré pour vos expériences. Il n'y a, au demeurant, pas d'objection à faire une expérience dehors, sous un arbre, si l'occasion se présente!

Préparation des feuilles de travail en T.P.

Le professeur doit préparer des feuilles de travail pour guider les élèves pendant qu'ils font leurs expériences. Vous pouvez copier celles-ci au tableau ou bien les polycopier à la machine. Ces feuilles doivent être faciles à comprendre et leur lecture ne doit pas être trop longue afin qu'il reste à l'élève assez de temps pour effectuer l'expérience soigneusement. Elles ne doivent contenir que les informations nécessaires au bon déroulement de l'expérience de façon à guider les élèves pas à pas; elles doivent aussi contenir des questions sur l'expérience elle-même, questions auxquelles l'élève devra répondre afin de l'obliger à observer l'expérience avec soin et à comprendre sa relation avec la théorie.

Dans la partie "Instructions" de ces notes, donnez des directives pour l'assemblage de l'appareil (il peut être utile ici d'introduire un diagramme) et indiquez la marche à suivre, pas à pas, pour la réalisation de l'expérience. N'oubliez pas de mentionner les précautions à prendre si une partie de l'expérience présente un danger quelconque.

Dans la partie "Questionnaire" , posez des questions qui font appel au savoir de l'élève sur ce sujet et qui l'obligent à faire les observations nécessaires à la compréhension de l'expérience.

Vous trouverez un exemple de ces feuilles de T.P. à la page 9.

Rotation des groupes

Si le nombre d'appareils disponibles n'est pas suffisant pour que chacun des élèves en ait un, divisez vos élèves en petits groupes. S'il n'y a qu'un seul appareil disponible par expérience, celle-ci peut être effectuée par un élève ou un groupe d'élèves à tour de rôle sur une période de plusieurs semaines:

1. Choisissez les expériences que vous ferez pendant le trimestre et divisez vos élèves en autant de groupes.

2. La première semaine, donnez à faire la première expérience au premier groupe et à chaque groupe consécutif l'expérience suivante, de telle sorte que le dernier groupe fasse la dernière expérience la première semaine.

3. La deuxième semaine, le premier groupe fait la deuxième expérience, le second groupe fait la troisième expérience et ainsi de suite, le dernier groupe faisant la première expérience.

4. Répétez chaque semaine jusqu'à ce que chaque groupe ait fait chaque expérience une fois.

Avec ce système, seul un appareil et quelques notes de T.P. sont nécessaires pour chaque expérience.

Comment présenter l'expérience à vos élèves

1. Si vous avez du temps libre avant votre cours, c'est le meilleur moment pour préparer votre matériel. Sinon, vous pouvez le mettre en place la veille au soir.

2. Quand les élèves rentrent dans la classe, faites leur immédiatement copier les notes de T.P., les questions et les tableaux de données. Si ces notes sont courtes, ce travail ne leur prendra que cinq ou dix minutes. Pendant ce temps, vous voudrez peut-être vérifier l'installation du matériel.

3. Quand les élèves ont fini, vous pouvez leur poser quelques questions. Il se peut qu'ils ne connaissent pas les réponses mais vous en discuterez à nouveau avec eux quand ils auront fini l'expérience. Cela accroîtra leur intérêt pour celle-ci.

4. Si vous êtes à court de matériel, vous pouvez diviser votre classe en groupes de cinq ou six élèves. Chaque groupe n'aura besoin que d'un appareil. Chaque élève fera l'expérience une fois, à moins que celle-ci ne coûte cher, ce qui est le cas de certaines expériences de chimie et tous les membres du groupe devront noter les résultats à chaque fois. Quand tous les élèves auront eu leur tour, le groupe aura réuni un certain nombre de données à partir desquelles les élèves pourront tirer des conclusions.
Si vous avez assez d'appareils pour en donner un à chaque élève, cela sera encore mieux, puisque chaque élève aura plus de temps pour manipuler l'appareil.

5. Quand ils ont achevé l'expérience, faites-leur démonter et nettoyer l'appareil; puis chacun devra rapporter le sien à l'endroit indiqué.

6. Quand tous ont terminé, discutez avec eux des questions que vous leur aviez posées plus tôt; cela les aidera à répondre par écrit aux questions des feuilles de T.P.

7. Quand la classe est finie, vérifiez l'état des appareils et rangez-les à leur place. Vous pouvez enrôler les membres du Club de Science pour vous aider à les nettoyer, les réparer et les ranger.

Vérification du travail fait par les élèves

Si les élèves recopient dans leur cahier les instructions et les questions des notes de T.P., ils pourront y inscrire au propre les résultats et auront toute l'information nécessaire pour répondre aux questions. Quand vous vérifierez leurs cahiers, vous verrez facilement à quelles questions ils ont répondu et quelles observations ils ont faites.

Vous pouvez organiser ainsi la vérification de leur travail:

1. Avant que les élèves ne quittent la salle de T.P., vérifiez leurs cahiers pour vous assurer qu'ils ont bien fait l'expérience et qu'ils ont bien noté les résultats.

2. Ils doivent alors emporter leurs cahiers chez eux, écrire un rapport sur l'expérience et répondre aux questions.

3. Au début du cours suivant, vous ramassez les cahiers pour les vérifier.

Vous noterez l'exercice sur 10, en sanctionnant la propreté du travail, l'exactitude des résultats et la compréhension générale de l'expérience. A la fin de l'année, vous faites la moyenne des notes et vous prenez cette moyenne en compte, selon un pourcentage pré-défini, dans la note globale de l'élève pour l'année.

P O I D S S P E C I F I Q U E

Copiez ces instructions dans votre cahier. N'écrivez pas sur ce papier.

PROBLEME: Trouvez le poids spécifique d'un liquide en utilisant un pycnomètre.

MATERIEL: - un pycnomètre
- une balance et des poids
- du papier buvard

1) Pesez le flacon sec et vide avec son bouchon. Inscrivez le résultat dans la colonne A du tableau que vous avez recopié dans votre cahier.
2) Remplissez le flacon avec de l'eau et rebouchez-le. S'il y a un tube capillaire dans le bouchon, assurez-vous qu'il est rempli d'eau.
3) Avec le buvard, essuyez le liquide qui se trouve à l'extérieur du bouchon. L'extérieur du flacon doit également être totalement sec.
4) Pesez de nouveau le flacon. Notez le résultat en B.
5) Videz le flacon et séchez l'intérieur avec le papier buvard.
6) Remplissez le flacon avec le liquide inconnu et répétez les instructions 2) et 3) ci-dessus.
7) Pesez le flacon rempli du liquide inconnu. Inscrivez le résultat dans la colonne C du tableau.
8) Répétez l'expérience cinq fois en suivant chacune des instructions ci-dessus. Notez tous les résultats dans le tableau.
9) Faites la moyenne des résultats dans chaque colonne. Pour cela: faites la somme de toutes les valeurs dans chaque colonne et divisez la somme par 6; inscrivez les moyennes à la base de chaque colonne.
10) Calculez le poids spécifique du liquide inconnu en utilisant la formule donnée au-dessus de la colonne. Inscrivez les résultats.

	A	B	C	B-A	C-A	$\frac{C-A}{B-A}$
Pesée n°	Poids flacon vide	Poids flacon avec eau	Poids flacon avec liquide	Poids de l'eau	Poids liquide inconnu	Poids spécifique
1						
2						
3						
4						
5						
6						
Moyenne						

(Copiez ce tableau dans votre cahier avant de faire l'expérience)

REPONDEZ AUX QUESTIONS SUIVANTES:

1. Pourquoi vous faut-il soustraire A de B et A de C ?
2. Quelles erreurs peuvent être commises dans cette expérience ?
3. Quelles sont les précautions à prendre pour les éviter ?
4. Comment pourriez-vous calculer le poids spécifique d'une huile?
5. Pouvez-vous utiliser cette technique pour calculer le poids spécifique d'une solution ?
6. Pouvez-vous utiliser cette technique pour calculer le poids spécifique d'un solide en grains comme le sable ?
7. Quel autre moyen pourriez-vous utiliser pour calculer un poids spécifique ?

EXEMPLE DE FEUILLE DE TRAVAIL EN T.P.

III) EXAMENS DE TRAVAUX PRATIQUES

Organisation

On peut faire passer l'examen deux fois par an; cela donne au professeur suffisamment de temps pour le préparer et permet de puiser, pour les questions d'examen, dans une plus grande variété de sujets. De même que pour les T.P., on n'a pas besoin de salle particulière; dans bien des cas, n'importe quel espace libre suffira. On peut remédier à l'insuffisance de l'équipement avec l'aide des élèves. Il suffit d'utiliser un matériel simple que l'on peut se procurer facilement. On trouvera à, la fin du chapitre 5, une liste de matériel que nous recommandons.

Préparation des questions d'examen

Formulez les questions de telle sorte que l'élève puisse arriver à la bonne réponse s'il utilise les concepts qu'il a appris en cours théorique et les techniques qu'il a apprises en T.P. Les questions doivent être simples afin que l'élève qui a régulièrement travaillé puisse saisir le sens du problème rapidement et se mettre aussitôt à la recherche de la solution. A partir de questions d'ordre général que l'on modifie, on peut facilement formuler des questions plus spécifiques. On trouvera, page 12, un exemple de ce développement. Les questions qu'on y suggère ne sont pas du même type que celles données en examen de T.P. Elles sont extrêmement simples.

L'équipement nécessaire n'est pas compliqué et peut facilement être improvisé.

Comment faire passer l'examen

1. Faites la liste des questions d'examen, puis préparez le matériel et les appareils nécessaires.

2. A la craie, marquez des numéros sur les bancs ou le plancher de la salle d'examen. Devant chaque numéro, placez l'appareil et le matériel nécessaires. Assurez-vous que deux problèmes similaires ne sont pas posés à deux élèves placés côte à côte.

3. Ecrivez les questions d'examen sur des petites feuilles de papier et notez dessus le numéro de la place à laquelle se trouvent l'appareil et le matériel nécessaires pour résoudre le problème. Pliez les papiers et mettez-les dans une boîte en carton.

4. Mettez vos élèves en rangs dans l'ordre dans lequel ils apparaissent dans le cahier d'appel. Appelez un élève et faites lui prendre un papier dans la boîte en carton. Il vous montre alors le numéro de la question pour que vous le notiez et il va à la place indiquée pour commencer son examen.

5. L'élève doit écrire son nom et sa classe, la date et la question d'examen sur une feuille de papier. Puis il doit faire la liste du matériel qui se trouve devant lui et écrire un court paragraphe sur l'expérience qu'il va faire pour résoudre cette question.

6. Quand l'élève a fini l'expérience, il écrit les résultats sur sa feuille, la donne au professeur et quitte la classe. Le matériel doit être laissé tel quel pour que le professeur l'inspecte plus tard.

Dans le cas de certaines expériences, celles de manipulations de gaz par exemple, le professeur doit surveiller l'élève pendant que celui-ci fait l'expérience.
De même, il doit garder près de lui les solutions concentrées dont les élèves peuvent avoir besoin.
L'examen lui-même ne dure environ qu'une demi-heure, sa préparation environ une heure. Si on donne deux examens par an, on n'y passera que trois heures en tout pour chaque classe.

THEME GENERAL : Les mesures

SOUS - THEME : Mesures d'un volume

QUESTIONS :

1. Calculez le volume d'un morceau de roche donné.
2. Calculez le volume du verre dans une bouteille donnée.
3. Calculez le volume d'un morceau de fil de fer roulé en boule.
4. Calculez le volume d'une quantité donnée de sable.
5. Calculez le volume d'un morceau de sucre donné.
6. Mesurez le volume d'une quantité donnée de cristaux de sel.
7. Mesurez le volume d'une clef en cuivre.
8. Mesurez le volume d'un objet de forme irrégulière.
9. On vous donne un cube de camphre. Quelles différences observez-vous lorsque vous mesurez son volume à l'aide d'un verre gradué et lorsque vous le mesurez à l'aide d'une règle graduée?
10. Calculez le volume d'espace vide entre les grains d'une certaine quantité de sable.

Système de notation

On peut attribuer des notes aux différentes étapes de l'expérience. Par exemple, dans le cas de la recherche du volume d'un corps de forme irrégulière, les étapes suivantes peuvent être prises en compte:

1. Versez l'eau ou le liquide approprié dans le verre gradué et notez son volume.
2. Introduisez le corps donné dans le liquide à l'aide d'un fil.
3. Notez de nouveau le volume du liquide.
4. Calculez la différence entre les deux résultats et déduisez-en le volume du corps donné.
5. Répétez l'expérience pour vérifier les résultats. Le corps étudié doit être absolument sec avant chaque renouvellement de l'expérience.

On peut assigner à chaque étape deux points sur un total de 10, ou bien les 10 points peuvent être distribués parmi les différentes étapes en fonction de leur relative importance; on peut conserver quelques points pour une appréciation globale du travail. Deux examens de T.P. par an donneraient ainsi un total de 20 points possibles à l'élève.

Notes du professeur pour la préparation de l'examen

Il se peut que le professeur trouve pratique de préparer des notes pour chacune des questions d'examen afin de systématiser l'administration et la notation des questions. En voici quelques exemples:

Question:

Préparez un échantillon de sulfure d'hydrogène et vérifiez-le au moyen d'une expérience.

Matériel à fournir à l'élève :

1. Un tube à essai; on peut utiliser une ampoule électrique bien nettoyée.
2. Sulfure de fer; on peut utiliser du sulfure d'aluminium. Pour le préparer: chauffer de la poudre d'aluminium et du soufre. On peut utiliser d'autres sulfures métalliques.
3. Acide chlorhydrique dilué.
4. Papier à l'acétate de plomb; tremper du papier buvard dans une solution saturée d'acétate de plomb et le couper en petites bandes.

Ce que doit faire l'élève:

1. Mettre le sulfure métallique dans le tube à essai et ajouter l'acide dilué.
2. Remarquer l'effervescence qui indique la formation d'un gaz.
3. Le gaz formé a une odeur d'oeufs pourris.
4. Humidifier le papier à l'acétate de plomb et le mettre à l'entrée du tube à essai. Il vire au noir.

Question:

Préparez un échantillon de dioxyde de soufre et vérifiez-le.

Matériel à fournir à l'élève:

1. Une cuiller à fusion. On peut l'improviser.
2. Poudre de soufre.
3. Une source de chaleur; on peut improviser une lampe à alcool.
4. Un flacon à large goulot.
5. Une solution de dichromate ou de permanganate de potassium.
6. Un morceau de carton.

Ce que doit faire l'élève:

1. Mettre la poudre de soufre dans la cuiller à fusion et la chauffer.
2. Quand le soufre commence à brûler, mettre la cuiller à fusion dans le flacon.
3. Couvrir le flacon avec le morceau de carton.
4. Noter l'odeur de soufre brûlé.
5. L'élève doit demander la solution acidifiée de dichromate ou de permanganate, en verser une petite quantité dans la bouteille et secouer vigoureusement.
6. Noter la décoloration du permanganate ou le virage au vert du dichromate.

Question:

Calculez le poids d'une pierre donnée en utilisant la loi des moments.

Matériel à fournir à l'élève:

1. Un levier; on peut l'improviser.
2. Une petite pierre.
3. Une série de poids.
4. Ficelle ou fil.

Ce que doit faire l'élève:

1. Attacher la ficelle à la pierre et pendre celle-ci à l'un des bras du levier de telle façon qu'on puisse la faire glisser le long du bras.
2. Attacher une ficelle à l'un des poids et la fixer de la même façon que ci-dessus à l'autre bras du levier.
3. Calculer la distance (a) de la pierre au pivot, la distance (b) du poids au pivot et la valeur (v) du poids.
4. Calculer le poids de la pierre selon la formule:

$$\frac{(b) \times (v)}{a}$$

5. Répéter l'expérience plusieurs fois et en déduire le poids moyen de la pierre.

Question:

Dessinez les feuilles données et en déduire leur structure.

Matériel à fournir à l'élève:

Cinq feuilles de types différents.

Ce que doit faire l'élève:

1. Faire les schémas des cinq feuilles.
2. Décrire l'apex, la marge, le limbe, le pétiole et les nervures, en utilisant les termes techniques appropriés.

Question:

Montrez que les plantes transpirent par les feuilles.

Matériel à fournir à l'élève:

1. Une plante en pot.
2. Un flacon à large goulot.

Ce que doit faire l'élève:

1. Couvrir la terre du pot avec du papier journal.
2. Recouvrir le pot avec le flacon à l'envers de sorte que toutes les feuilles se trouvent à l'intérieur.
3. Couvrir le flacon avec une serviette humide.
4. Noter la formation de gouttelettes sur les parois.

EXEMPLES DE QUESTIONS POUR LES EXAMENS DE T.P.

PROGRAMME DES C.E.G. - C.E.S.

Classe: niveau 8 (système anglais)

Physique - Chimie

1. Prenez une burette. Remplissez-la d'eau. Versez-en 25 ml dans un verre gradué. Calculez le pourcentage d'erreurs éventuelles.
2. On vous donne un cube en bois. Calculez sa densité.
3. Faites une démonstration de courants de convection dans l'eau.
4. Dessinez le rayon incident et le rayon réfléchi dans un miroir plan. Trouvez la relation qui existe entre l'angle d'incidence et l'angle de réflexion.
5. Fabriquez une aiguille aimantée avec le matériel donné.
6. On vous donne trois produits chimiques. Chauffez-les. Qu'observez-vous?
7. On vous donne cinq produits chimiques. Classez-les en éléments, composés et mélanges.
8. On vous donne un mélange. Séparez-en les composants.
9. On vous donne trois oxydes. Ajoutez de l'acide chlorhydrique dilué à chacun d'eux et notez vos observations.
10. Faites trois expériences qui montrent que le liquide donné est un acide.

Sciences naturelles

1. Dessinez la plante qui vous a été donnée. Décrivez son appareil végétatif.
2. Vous avez cinq spécimens de racines sur la table. Classez-les.
3. Préparez le matériel qui vous permettra de démontrer le phénomène d'osmose. Faites un schéma.
4. On vous donne cinq spécimens de plantes à tige molle. Classez-les.
5. Expliquez les différences qui existent entre les diverses tiges données.
6. On vous donne cinq plantes. Expliquez les différences qui existent entre les tiges sub-aériennes.

Classe: niveau 9 (syst.anglais)

Physique - Chimie

1. Fabriquez un pendule simple et mesurez sa période d'oscillation.
2. Calculez la force nécessaire pour lever le corps donné avec un levier.
3. En utilisant le principe d'Archimède, déterminez si le morceau de cuivre que l'on vous a donné est pur.
4. Trouvez le poids spécifique du liquide donné en utilisant l'hydromètre de Nicholson.
5. Calculez la position d'une image dans un miroir plan.
6. Formez une image réèlle renversée plus grande que l'objet en utilisant des lentilles convexes. Mesurez l'agrandissement.
7. On vous donne deux sels. Lequel est le sulfure?
8. Montrez que l'air contient du gaz carbonique et de la vapeur d'eau.
9. On vous donne deux sels. Lequel est un carbonate, lequel est un bicarbonate?
10. On vous donne deux acides et un métal. Décrivez l'action:
    a) des acides dilués froids
    b) des acides dilués chauds
    c) des acides concentrés froids
    d) des acides concentrés chauds
11. a) Ajoutez de l'acide sulfurique concentré à du chlorure de sodium. Si un gaz se dégage, identifiez-le.
    b) Ajoutez de l'acide nitrique concentré au métal donné. Identifiez le gaz formé.
12. a) Ajoutez de l'eau de chaux à du chlorure d'ammonium. Identifiez le gaz formé.
    b) Ajoutez de l'acide chlorhydrique dilué au sel donné. Quel est le gaz qui se dégage?

Sciences naturelles

1. Dessinez les spécimens donnés. Différenciez les stipules.
2. Expliquez les différences entre les stipules des spécimens donnés.
3. On vous donne quelques feuilles. Classez-les. Justifiez votre classification.
4. Décrivez la phyllotaxie des spécimens donnés.
5. Expliquez les différences qui existent entre les feuilles que l'on vous a données.
6. Classez les différentes sortes d'androcées des fleurs données.
7. Identifiez les noeuds des spécimens donnés.
8. On vous donne quelques spécimens. Trouvez un exemple de:
    a - système radiculaire fibreux
    b - fleur à pistil
    c - graines avec endosperme
    d - cryptogames
    e - os de Hunner

PROGRAMME DES LYCEES

Classe: niveau 9 (syst.anglais)

Physique

1. Mesurez les côtés du carton donné dans les systèmes métriques et F.P.S. (Système anglais: Foot, Pound, Second). Cherchez la relation qui existe entre les deux systèmes:
   a) dans les mesures de longueur
   b) dans les mesures de surface
2. Calculez le volume du cristal donné
3. Calculez le volume d'un clou
4. Calibrez cette balance en utilisant des rondelles de métal en guise de poids
5. Trouvez le centre de gravité de la lamelle donnée
6. Calculez la pression de l'eau à une profondeur de 10 cm, 15 cm, 20 cm et 25 cm
7. Déterminez le chemin d'un rayon lumineux qui passe à travers de l'eau (On vous donne une bouteille rectangulaire)
8. On vous donne une aiguille à tricoter. Aimantez-la. Comment pouvez-vous vérifier qu'elle est devenue un aimant? Ensuite, démagnétisez-la.
9. Préparez une pile au bichromate
10. Montrez que les liquides se dilatent à la chaleur

Chimie

1. On vous donne un mélange contenant du fer et du sable. Séparez-les et calculez le pourcentage de sable.
2. On vous donne un mélange de camphre et de craie. Séparez-les.
3. On vous donne deux séries de solutions. Mélangez les deux solutions de la première série et dites s'il y a eu transformation physique ou chimique. Puis, mélangez les deux solutions de la deuxième série et indiquez s'il y a eu transformation physique ou chimique.
4. On vous donne cinq différents produits chimiques. Identifiez-les et dites s'il s'agit de composés, éléments ou mélanges.
5. Faites une expérience qui illustre une réaction de substitution.
6. Préparez une solution saturée du produit chimique donné (par ex. du sel, du camphre,etc...).
7. Neutralisez la base donnée avec l'acide donné.
8. Préparez un échantillon de chlore et prouvez par une expérience que le gaz obtenu est bien du chlore.
9. On vous donne deux ballons contenant deux gaz. Dites lequel est de l'HCl, lequel est du chlore.
10. Quelle est la réaction d'HCl sur du carbonate de sodium? Si vous remarquez la formation d'un gaz, identifiez-le.

Classe: niveau 10 (syst.anglais)

Physique

1. Calculez le volume de la bille donnée en utilisant un verre gradué. Vérifiez votre résultat en calculant le volume à partir du diamètre.
2. Calculez le bras de levier de la poulie simple.
3. Démontrez quantitativement qu'il y a avantage à utiliser un plan incliné.
4. Faites une expérience simple qui démontre le principe d'Archimède.
5. Calculez le poids spécifique du liquide donné en utilisant un tube en U.
6. Ajoutez l'acide sulfurique qui vous a été donné à de l'eau et calculez la variation de température.
7. Faites une expérience qui démontre que l'eau est un mauvais conducteur.
8. Déterminez la trajectoire de rayons lumineux qui frappent un miroir plan.
9. Arrangez les deux miroirs de façon à obtenir cinq images. Mesurez l'angle entre les miroirs.
10. On vous donne des lentilles convexes. Arrangez-les de façon à obtenir une image réelle agrandie de la bougie.

Chimie

1. Préparez un échantillon de sulfure d'hydrogène et vérifiez-le.
2. Préparez de l'acide sulfurique dilué à 5%.
3. Préparez un échantillon de dioxyde de soufre et montrez qu'il est extrêmement soluble dans l'eau.
4. Préparez un échantillon d'ammoniaque et prouvez sa solubilité à l'eau.
5. Identifiez les variétés de carbone que l'on vous a données.
6. On vous donne trois sels. Identifiez le sel de calcium, celui de sodium et celui de potassium.
7. On vous donne trois liquides. Dites lequel est un alcali et s'il est faible ou caustique.
8. Préparez un échantillon de chlorure de calcium à partir des produits chimiques que l'on vous a donnés.
9. Préparez un échantillon d'hydroxyde de sodium.
10. Faites une expérience qui démontre que les sels ont besoin d'eau pour conserver leur structure cristalline.

Classe: niveau 11 (syst.anglais)

Physique

1. Mesurez le diamètre de la sphère avec le compas vernier.
2. Pesez le corps donné avec une balance trébuchet.
3. On vous donne une pomme de terre. Enfoncez une aiguille dedans et faites la tenir sur l'aiguille.
4. Calculez le bras de levier d'une poulie simple.
5. Identifiez l'objet donné en utilisant le principe d'Archimède.
6. Calculez le poids spécifique de la solution donnée en utilisant l'appareil de Hare.
7. Trouvez la température de fusion de la cire.
8. Tracez la trajectoire des rayons lumineux à travers un prisme.
9. Arrangez les lentilles données de façon à en faire un télescope.
10. Fabriquez un électroaimant.

Chimie

1. Séparez le mélange de sable et d'iode.
2. On vous donne trois produits chimiques. Chauffez-les et dites s'il subissent une transformation physique ou chimique.
3. Faites une expérience qui illustre le principe de la conservation de la masse (utilisez une balance à ressort).
4. On vous donne de la glaise. Construisez les modèles moléculaires de l'eau, du gaz carbonique, du chlorure d'hydrogène, du dioxyde de soufre et de l'hydrogène.
5. Installez l'appareil qui vous permettra de mesurer la tension de vapeur d'un liquide volatile.
6. Préparez un échantillon de chlorure d'hydrogène et montrez qu'il est extrêmement soluble dans l'eau.
7. Montez l'appareil qui vous permettra de calculer le poids équivalent de magnésium par la méthode de substitution.
8. Préparez un échantillon d'oxygène avec les produits chimiques donnés. Prouvez qu'il s'agit bien d'oxygène.
9. Préparez de l'oxyde de soufre et montrez qu'il s'agit d'un oxyde acide.
10. On vous donne un mélange de deux liquides. Séparez-les. (Note au professeur: donnez à l'élève deux liquides non miscibles).

Classe: niveau 12 (syst.anglais)

Physique

1. Mesurez le fil métallique donné. Sans dérouler la bobine, calculez sa longueur.
2. Fabriquez un pendule simple et calculez sa période d'oscillation.
3. Calculez le poids de la pierre donnée en utilisant la loi triangulaire des forces.
4. Calculez le poids du corps donné en utilisant la loi des moments.
5. Montrez que le bras de levier du plan incliné est égal à $1/\sin\alpha$
6. Vérifiez la loi de Boyle en utilisant l'appareil donné (Note au professeur: l'appareil consiste en une seringue à injection fixée à un bloc en bois. Le bout de la seringue est fermé).
7. Calculez la densité des liquides donnés à l'aide d'un hydromètre usuel.
8. Mesurez la pression de l'eau à 10 cm et à 20 cm de la surface.
9. Calculez la vitesse du son en utilisant l'appareil à résonnance.
10. Comparez les forces des aimants donnés.

Chimie

1. Préparez un échantillon de brome. Vérifiez-le.
2. Préparez un échantillon de dioxyde de soufre.
3. Identifiez l'acide et le radical métallique dans le sel donné.
4. Examinez le sel donné et dites s'il contient du nitrate.
5. Examinez le sel donné et dites si c'est un sulfure.
6. On vous donne un acide concentré. Dites si c'est de l'acide chlorhydrique, de l'acide sulfurique ou de l'acide nitrique.
7. Appliquez le test du charbon au sel qu'on vous a donné.
8. On vous donne trois métaux. Etudiez la réaction des acides nitrique et sulfurique en solution diluée et en solution concentrée.
9. On vous donne un sel. Ajoutez-y de l'hydroxyde de sodium. Identifiez le gaz formé. (Note au professeur: Donnez un sel d'ammonium).
10. Installez le matériel qui vous permettra de préparer du chlorure en laboratoire.

C H A P I T R E II

L E S C L U B S D E S C I E N C E

Aimer la Science c'est aimer la découverte. L'expérience a montré que l'un des moyens les plus passionnants et les plus efficaces de faire connaître aux élèves l'aventure et la joie de la découverte scientifique est de créer des Clubs de Science à l'école. Dans ce chapitre, nous définirons la fonction du Club de Science et nous donnerons des conseils pour sa formation et ses activités.

C O M M E N T F O R M E R U N C L U B

D E S C I E N C E

De façon à donner aux élèves le support moral et matériel qui est généralement nécessaire pour mener à bien les projets scientifiques et qui s'avère essentiel dans d'autres activités du club, on doit prendre grand soin d'organiser le club sur des bases solides. Voici quelques suggestions qu'il serait bon d'examiner avant de commencer à organiser un club.

Avant la première réunion

L'organisateur d'un club de Science se trouve confronté à certaines obligations qu'il doit remplir avant toute chose. D'abord, il doit choisir, avec l'accord du directeur, une heure et un lieu pour les réunions afin que celles-ci ne gênent pas les autres activités de l'école. Sa prochaine préoccupation doit être la structure interne du club. Celui-ci doit fonctionner régulièrement et sa réglementation doit encourager au maximum la participation des élèves et les inciter à prendre certaines responsabilités. Cela signifie que:

1. Les positions au sein du club doivent être des postes de responsabilité.
2. Le club doit pouvoir compter sur la contribution de tous ses membres.
3. Le club doit débuter avec un petit groupe d'élèves.

On peut atteindre les deux premiers objectifs grâce à un règlement approprié. Par exemple, d'après ce règlement, le président du club pourrait nommer les comités responsables des activités du club. Si ces comités fonctionnent sérieusement, votre travail de planification des activités en sera allégé d'autant; de plus ce système permet à tous les adhérents de participer aux choix des activités.

La troisième suggestion, débuter avec un petit groupe, met l'accent sur le fait qu'il est bien préférable de démarrer avec quelques élèves vraiment motivés plutôt qu'avec un grand nombre d'élèves qui ne joignent le club que par attrait de la nouveauté. Une taille initiale relativement petite aidera à minimiser les problèmes, parfois difficiles, que l'on rencontre lors de l'organisation d'un club de science. Au fur et à mesure que le club prend confiance en lui-même, vous pourrez facilement accroître sa taille en accueillant de nouveaux adhérents à la condition que ceux-ci soient réellement intéressés par les activités scientifiques. Cependant, même en tenant compte de ces remarques, votre aide et vos conseils seront bien nécessaires lors des premières réunions du club.

La première réunion

La première réunion est consacrée à établir les qualifications des adhérents et à établir le programme, les cotisations et les procédures de travail. Elle est donc particulièrement importante. Elle pourrait se dérouler ainsi:

1. Election des postes officiels temporaires: au moins un Président et un Secrétaire.
2. Election ou nomination d'un comité chargé de préparer le règlement du club.
3. L'organisateur du club donne alors quelques exemples des activités dans lesquelles pourrait s'engager le club et mène la discussion qui s'ensuit.

Comment établir un règlement

Avant la réunion générale suivante, l'organisateur et le comité chargé de définir le règlement doivent se réunir pour discuter des points suivants:

1. Quel objectif poursuit le club?
2. Quel va être son nom?
3. Quelles doivent être les conditions d'appartenance au club?

Il bon de rappeler ici qu'il est souhaitable de débuter avec un groupe relativement petit et fortement motivé qui sera probablement formé d'élèves des grandes classes. Il serait bon également de fixer quelques conditions à remplir pour conserver son inscription au club, comme de mener à bien trois différents projets par an.

4. Quand, où et selon quelle fréquence les réunions doivent-elles avoir lieu? Le club ne doit pas se réunir si souvent que cela en devienne une corvée pour ses membres. Il doit cependant se réunir plus d'une fois par mois afin de soutenir l'intérêt des élèves et d'en faire un club actif.
5. Doit-il y avoir des cotisations et à combien doivent-elles s'élever? Selon le Département de l'Instruction Publique en Inde, il est possible de demander 50 Ps. par mois à chaque membre du club (G.O. Rc. No. 790/H 1-4/6 datée du 1.12.64)

6. Le programme de travail pour chaque réunion doit être fixé. Bien qu'il soit nécessaire, en début de réunion, de consacrer un certain temps à résumer la réunion précédente et à écouter les rapports des différents comités, le temps dévolu à ces occupations doit être le plus court possible. Le déroulement des réunions peut ressembler à ceci:
   a - le Président déclare la réunion ouverte
   b - le Secrétaire fait l'appel
   c - rapport du Trésorier
   d - le Secrétaire lit les minutes de la précédente réunion
   e - le Président relance la discussion sur les problèmes non encore réglés
   f - le Président demande s'il y a de nouveaux problèmes et ouvre la discussion
7. Qui va programmer les activités du club? Bien qu'il soit conseillé que l'organisateur et l'un des officiels du club soient parmi ceux qui prévoient le programme des activités, il est mieux de former des comités, composés de membres du club, chargés d'en décider. Voici deux exemples de comités:
   a - le comité "Expositions Scientifiques"
   b - le comité "Evénements spéciaux"
8. Quels sont les postes officiels qui doivent être remplis ? Quelles en seront les qualifications et les charges?
9. Quand doivent avoir lieu les élections? Au cours de la deuxième ou peut-être de la troisième réunion, le projet de règlement sera probablement soumis, par le comité en charge, aux membres du club qui en feront la critique et imposeront éventuellement des modifications; puis viendront l'adoption du règlement et l'élection des membres chargés d'une fonction officielle. A la réunion suivante, on peut commencer à réfléchir au programme de l'année et à nommer des comités chargés d'activités spécifiques.

Financement du club

Bien des professeurs de science se plaignent de ce que les fonds soient insuffisants pour faire fonctionner un club de Science. Cependant, si on regarde de plus près les besoins et les ressources du club, on peut penser différemment. Une circulaire de l'Instruction Publique (G.O. Rc. No. 790/H 1-4/6; datée du 1.12.64) demandait à tous les directeurs de lycées d'Andhra Pradesh de réserver une somme de 300 Ps. pour la mise en route d'un club de Science. On a vu que l'on pouvait demander également à chaque membre 50 Ps. par mois. Même si on ne bénéficie d'aucun apport du gouvernement ni de l'école, les cotisations des membres du club devraient à elles seules suffire si votre club utilise les techniques peu coûteuses décrites dans ce livre. Si, par exemple, un élève peut apporter quelques ampoules électriques brûlées, un autre des piles usées, un autre des attaches métalliques de cageots, etc., vous obtenez un matériel très utile et absolument gratuit. Des produits tels que bois blanc, tubes de polyéthylène et pattes d'attaches électriques, vous pouvez vous les procurer à un prix relativement bas. Ces quelques idées - votre club peut en avoir bien d'autres - vous aideront à l'aménager selon ses ressources.

L E S A C T I V I T E S

D' U N C L U B D E S C I E N C E

Beaucoup de clubs de Science "disparaissent" peu de temps après leur formation parce que l'intérêt initial des élèves n'a pas été soutenu par un programme d'activités intéressantes. Il n'est que trop facile pour un club de Science qui a bravement débuté de perdre ses adhérents quand le programme classique de fabrication du savon et de confection de "Cahiers de Science" a été épuisé. On peut multiplier la variété des activités par une utilisation savante et imaginative des ressources disponibles. Voici quelques suggestions au sujet de ces activités et du rôle d'instigateur que vous devez jouer.

Rôle de l'organisateur

Celui-ci doit s'assurer que la fonction première du club, qui est d'offrir des expériences intéressantes et éducatives à ses membres, a bien été remplie. Une des façons de s'en assurer est de vérifier que les élèves participent autant que possible aux activités de leur club. Le fascicule "Organizing Science Clubs" publié par le N.C.E.R.T. définit clairement le rôle de l'organisateur: "Sa préoccupation constante et aussi son désir le plus cher doivent être de transférer les responsabilités du club à tous ses membres et de jouer le rôle d'un guide". Ainsi, lorsque vous commencez à prévoir le programme du club, discutez des différents types d'activités et des divers moyens de les réaliser, avec ceux des membres qui sont chargés de proposer le programme de l'année. De même, quand le programme fonctionne, il est préférable de laisser bien des décisions, petites et grandes, au soin des membres du club. Vous devez simplement vous assurer que ces choses sont faites. Assumer des responsabilités est une bonne expérience pour un membre du club.

Invités d'honneur

Il se peut que, dans votre communauté, il se trouve certaines personnes qui acceptent de venir au club faire un exposé sur un sujet scientifique particulier. Médecins, infirmières, géomètres, ingénieurs et autres spécialistes sont souvent heureux d'offrir ainsi leurs services. Des fonctionnaires des Services de Vulgarisation des Ministères des Affaires sociales, de l'Agriculture, de l'Urbanisme ou des Services Vétérinaires peuvent être prêts à parler de problèmes susceptibles d'intéresser un club de Science. Ces spécialistes peuvent stimuler l'intérêt des élèves et en tout cas repoussent les limites de leurs connaissances scientifiques.

Pour profiter au maximum de cette occasion, il vous faut préparer soigneusement cette rencontre. Une fois votre invitation acceptée, faites savoir à l'orateur qu'il y aura un moment réservé aux questions, après l'exposé, de sorte qu'il puisse en ajuster la longueur et aussi afin qu'il apporte du matériel supplémentaire utile pour répondre aux questions des élèves. Puis demandez à l'un des élèves de lire un article et de faire quelques recherches sur le sujet concerné. A la réunion précédant celle de l'exposé, cet élève devra présenter une courte introduction du sujet. Les autres membres du club seront ainsi mieux préparés pour comprendre l'exposé et pour poser des questions.

Le jour de l'exposé, c'est une bonne idée que de faire une courte présentation des activités du club afin que votre invité se familiarise avec celui-ci. Il se peut qu'il accepte alors de servir de "juge" au Festival de Science ou de "conseiller" auprès duquel les élèves iront se renseigner lorsqu'ils feront leurs travaux de recherche.

Enquête sur le terrain

Comme pour toute autre activité, la première chose à faire, quand on veut organiser une expédition sur le terrain, est d'inspecter vos ressources. Quelles sont les ressources géologiques ou botaniques de votre région? Quelles industries y a-t-il? Y trouve-t-on des mines ou un barrage? Voilà qui peut être l'occasion d'expéditions intéressantes; mais vous pouvez aussi avoir d'autres idées. En tant que guide et conseiller de votre club, ce n'est pas votre rôle de décider où aller, mais bien d'aider les élèves à découvrir les possibilités offertes par la région; à eux, ensuite, de faire leur choix.

Une fois le lieu d'expédition choisi, il serait bon qu'un élève fasse, devant les autres, un court rapport sur le domaine scientifique concerné. Ce travail constitue un bon exercice pour cet élève.

Le temps passé sur le terrain n'est vraiment utile que si vous êtes certain que les élèves sont prêts à apprendre quelque chose qu'ils ne pourraient pas apprendre en classe.

Prévoyez des activités complémentaires pour les élèves particulièrement intéressés par le sujet étudié au cours de l'expédition; par exemple, il se peut que l'un d'eux veuille entreprendre une recherche sur un problème spécifique qu'il a soulevé lui-même. De toutes façons, il faut consigner le compte-rendu de l'expédition dans le Cahier des Comptes-Rendus du club.

Museum

Il doit pouvoir intéresser tous les élèves. Le but du museum est d'éduquer, mais ce but n'est pas atteint si des objets intéressants ou spectaculaires ne sont pas expliqués ou sont difficilement visibles. Une pièce sombre, encombrée d'animaux empaillés et de matériel inutile ne vaut guère mieux que pas de museum du tout. Votre museum peut n'être rien de plus qu'une simple table garnie d'objets sans prétention, chacun accompagné d'une notice explicative claire, et placé là où il peut être vu par tous les élèves. Une salle de classe, ou un couloir fréquenté, constituent de bons emplacements pour votre museum.

Votre rôle dans l'organisation de ce museum devrait naturellement être mineur si votre club est plein d'enthousiasme. Le Comité chargé du programme des activités pourrait assigner à des membres, chaque fois différents, la préparation de l'exposition du mois. Il se peut que vous ayez à offrir à l'élève concerné quelques suggestions sur les domaines scientifiques à couvrir, ou bien sur certains traits précis de l'exposition. Par exemple, pour la première exposition, on pourrait présenter une introduction au maniement d'une radio (il pourrait s'agir d'une simple radio à cristal; les différences entre une radio à cristal, une radio à transistor et une radio à tube devraient être expliquées au moyen d'illustrations). Une autre fois, on pourrait illustrer le cycle biologique d'une mite locale et souligner son importance pour certaines plantes.

Présentez les expositions dans un endroit très fréquenté de l'école - une seule exigence: il faut varier souvent les expositions, leur qualité éducative se perdant avec le temps. Si votre club est dynamique, il y aura quantité d'objets à exposer.

Tableau d'affichage scientifique

Vous pouvez charger certains membres du club de tenir à jour un tableau d'affichage scientifique dans la salle de classe. Si vous n'en avez pas déjà un, vous pouvez le fabriquer tout simplement en enserrant 2 ou 3 épaisseurs de carton dans un cadre rectangulaire en bois. Recouvrez le carton d'un morceau de flannelle ou de toute autre tissu; vous y accrocherez facilement des illustrations ou des articles avec des punaises.

Vous pouvez y afficher, par exemple, des articles scientifiques récents tels que ceux tirés de journaux comme "Science Today" ou le "Sunday Standard". Avec votre aide, des élèves, bons en langues étrangères, peuvent traduire les articles étrangers pour que tous puissent les lire. Si vous placez un Calendrier des Activités du club sur le tableau d'affichage, avec les descriptions des activités récentes ou à venir, vous faites savoir à tous ce que le club accomplit.

De même que dans le cas du museum, il faut changer souvent l'affichage sur le tableau pour entretenir l'intérêt que lui porte les membres du club.

Cahier de Comptes - Rendus

Chargez les membres du club, à tour de rôle, de tenir un cahier de Comptes - Rendus des activités et vous fournirez aux futurs adhérents une source inépuisable d'idées. Lire le compte-rendu d'un projet réalisé dans le passé, peut inciter un élève à pousser plus avant l'étude du même sujet. Cela permet de toute façon aux élèves de se frotter aux méthodes du travail scientifique et peut aider le maître à leur enseigner ce sujet.

Le Secrétaire du club (ou le Rédacteur, si on en a élu un) peut prendre en charge le cahier. Il peut y consigner des comptes-rendus sur les projets scientifiques réalisés, les expéditions sur le terrain et les conférences faites par les orateurs invités. Il ne faut pas noter trop de détails mais un résumé concis des notions nouvellement apprises; dans le cas de projets, une copie du rapport suffit. Ce cahier devrait être, à la fois, une mine de références et une source d'idées tout autant qu'un registre des activités du club.

Comment entretenir et accroître le matériel scientifique de l'école

Le club peut être d'une grande utilité pour le professeur de science. Si vous avez un nombre suffisant d'appareils en état de marche, votre enseignement n'en sera que meilleur.

La première chose à faire, quand vous demandez de l'aide, dans ce but, aux membres du club, est de faire l'inventaire complet des appareils et des produits chimiques disponibles. Cela vous permet de voir clairement le matériel dont vous avez besoin. Si vous distribuez la liste à tous les autres professeurs de science, cela vous permet de vous assurer l'utilisation optimale des ressources de l'école en matériel scientifique. Chaque année, organisez, avec les membres du club, trois ou quatre séances de construction ou d'entretien du matériel et vous augmenterez de beaucoup vos ressources. Cela vous soulagera un peu dans votre travail d'entretien du laboratoire et permettra aux élèves d'accroître leur habileté à manipuler les outils et les appareils.

Les membres du club peuvent également servir d'assistants dans les activités de la classe de science, aidant à préparer le matériel d'expérience, nettoyant celui-ci après usage et vérifiant que le laboratoire ou la salle de classe soient bien rangés et prêts à être utilisés à nouveau.

Exposés faits par le club

Votre club peut apporter son concours scientifique à beaucoup de membres de votre communauté. En coordination avec les employés des Services Sociaux, il peut faire un exposé public sur un problème concernant la santé et l'hygiène. "L'influence des insectes sur la santé" constituerait un bon sujet. Quelqu'un des Services de Vulgarisation du Ministère de l'Agriculture voudra peut-être bien coopérer à un exposé sur "Les engrais et leur influence sur la croissance des plantes" ou sur "L'érosion et sa prévention". Le club peut également faire la démonstration de quelques phénomènes physiques simples aux élèves des écoles primaires.

Faire une expérience à chaque réunion du club est une bonne idée, même s'il ne s'agit que de la répétition d'une expérience faite en classe de T.P.: cela favorise une participation régulière aux réunions.

Enseigner un sujet oblige les étudiants à s'assurer de leur maîtrise du sujet. La préparation d'un exposé demande la participation de tous les membres du club. Vos conseils à ce stade seront fort appréciés et augmenteront leur confiance en eux; un exposé réussi l'accroîtra plus encore. Un scientifique doit non seulement mener des recherches, il doit aussi savoir communiquer; maîtriser l'art de démontrer les applications de la Science est important pour le développement de vos élèves.

Projets de travaux de recherches

Un élève n'apprend bien les sciences que s'il lui est permis de faire ses propres expériences. Un des buts principaux du club est de donner à l'élève intéressé la possibilité de mieux comprendre les sciences grâce à des procédés qu'il lui est impossible d'utiliser en classe. Parce qu'il n'est pas contraint aux limitations d'une salle de classe ni à celles d'un programme, le club de Science se prête fort bien à ce but. Il offre aux élèves la possibilité de "mettre la main à la pâte" en science.

Faire des graphiques, des collections et des expériences, construire des modèles, voilà de bons projets que les élèves peuvent réaliser dans le cadre du club. S'ils sont bien menés, ces travaux obligent les élèves à exercer leur habileté manuelle, leur pouvoir d'observation et exigent d'eux une certaine compréhension de la théorie scientifique concernée. On peut trouver bien des idées de travaux si on repousse les limites imposées par le programme à un sujet quelconque. Par exemple, les élèves peuvent préparer divers

sels pour augmenter le stock du laboratoire; ils peuvent construire des piles électriques en suivant les indications données dans ce livre; ils peuvent chercher la chaleur spécifique de substances qui ne sont pas au programme; ils peuvent ramasser et classer des types de feuilles qui ne sont pas étudiés en classe. Il sera profitable à certains d'écrire un rapport sur un sujet précis. Un autre bon exercice est de demander aux élèves de décrire de façon détaillée certaines applications scientifiques à la vie de tous les jours: un projet, qui a déjà été réalisé, consiste à analyser quelques types communs de sols au moyen d'expériences telles que celles que l'on pratique en classe. Ces travaux de recherche favorisent l'apprentissage scientifique des élèves.

Afin de posséder une vue exacte de ce qu'est la Science, celle-ci doit être comprise comme un processus de recherche, d'investigation. Le sens de l'observation, le goût de la construction et de la manipulation des appareils et la compréhension de la théorie sont nécessaires, mais bien plus encore est demandé à l'élève pour qu'il ait une appréciation exacte de la Science.

Quelques travaux de recherche sont expliqués dans le prochain chapitre.

Etant donné que les élèves suggèrent rarement des projets originaux, il vous faudra, probablement, faire des suggestions spécifiques. Une des façons de le faire est d'offrir au club une liste des projets possibles. Ou bien, si un élève pose une question particulièrement intéressante en classe, vous pouvez lui conseiller de soumettre le problème au club. Mais vous vous apercevrez vite que, le plus souvent, c'est vous qui devrez attribuer des projets aux élèves. Les différents projets doivent être assignés en tenant compte des capacités particulières de chaque élève. Le titre du travail et la date limite à laquelle il doit être remis seront consignés par écrit dans un cahier. De temps en temps, au cours de la réalisation d'un travail, l'élève peut rencontrer des difficultés qui le découragent totalement. Vous lui consacrerez alors un moment pour réviser ensemble tout ce qu'il a fait jusque-là. Faites des suggestions qui l'aideront à re-démarrer: vous pourriez, par exemple, lui suggérer de lire tel chapitre d'un ouvrage ou bien lui expliquer un travail de recherche similaire au sien afin de lui donner une idée de ce qu'il doit faire pour s'en sortir. Mais il n'est pas souhaitable de lui donner une liste d'instructions à suivre pas à pas.

Expositions scientifiques

Parmi les activités du club, on trouve également l'organisation et la participation aux Expositions scientifiques de l'école. Celles-ci constituent la conclusion logique du travail fait dans le cadre du club et revêtent une telle importance qu'un chapitre propre leur est consacré après celui sur les travaux de recherche.

CHAPITRE III

TRAVAUX DE RECHERCHE

Tous les élèves ne deviendront pas des scientifiques, mais tous auront besoin au moins d'une certaine connaissance des vérités scientifiques et de la capacité de distinguer le vrai du faux. Les travaux de recherche atteignent ces deux objectifs puisqu'ils réclament, comme point de départ, la connaissance de certains faits et qu'ils nécessitent l'utilisation de la méthode scientifique qui n'est rien d'autre qu'une réflexion logique et précise.

Ce chapitre offre des conseils que vous pourrez trouver utiles pour guider vos élèves au cours de leurs travaux de recherche. Expliquée en détail dans le paragraphe suivant, la démarche mise en jeu est succintement annoncée ici dans ses grandes lignes:

1. Observation d'un fait menant à une question
2. Poursuite de l'observation et recherche de toute l'information disponible sur le sujet
3. Début d'une explication sous la forme d'une hypothèse
4. Formulation de l'hypothèse de travail (prédiction)
5. Vérification de l'hypothèse (expérimentation)
6. Interprétation des résultats, dont découle:
   a) soit l'acceptation de l'hypothèse
   b) soit la modification de l'hypothèse
   c) soit le rejet de l'hypothèse

C O M M E N T C O N C E V O I R U N T R A V A I L

D E R E C H E R C H E

La question "point de départ"

Toute recherche commence par une question. La meilleure question qui puisse inciter un élève à entreprendre un travail de recherche est celle qu'il a posée lui-même. Ce peut être une question qui découle de ce qu'il a appris en classe ou, tout simplement, de l'observation de son environnement journalier. La source de la question est sans importance. Ce qui compte, c'est que l'élève s'y intéressera parce que c'est lui qui l'a posée.

Quand un élève vient vous trouver avec sa question, encouragez-le et conseillez-lui divers livres et autres sources d'information se rapportant à son problème. Il se peut qu'il trouve la réponse à sa question dans un livre et vous perdrez une occasion de le lancer sur un travail de recherche. Mais s'il a lu l'information disponible et n'a pas trouvé de réponse ou bien si celle-ci, tirée d'un journal ou d'un livre scientifiques, ne le satisfait pas complètement, vous avez là le début d'un travail de recherche: une question à laquelle aucune réponse satisfaisante n'est trouvée.

Utilisez vos sources d'information

Même si l'élève n'a pas pu trouver de réponse à sa question dans ce que vous lui aviez conseillé de lire, il a dû trouver au moins quelque information se rapportant à la question. Vous devriez l'encourager à lire davantage afin qu'il se familiarise le plus possible avec son sujet. Il peut aussi aller se renseigner auprés des personnes compétentes qui vivent dans votre communauté telles que des scientifiques, des universitaires, des spécialistes dans les domaines scientifique ou médical, des médecins et des infirmières, tous ceux qui peuvent avoir une certaine connaissance du sujet auquel il s'intéresse.

A chaque pas de l'enquête, vous ne devez que le guider, le conseiller. C'est son enquête et il doit faire son travail lui-même. Il acquerra une confiance en lui beaucoup plus grande et un sentiment de réussite bien plus profond s'il termine l'enquête en sachant qu'il est seul responsable des résultats obtenus.

L'hypothèse de travail

A partir des données qu'il a maintenant, fruits de ses lectures et de ses observations, l'élève doit formuler une hypothèse, c'est à dire une tentative de réponse à sa question. L'hypothèse est, en réalité, une déclaration basée sur les connaissances du scientifique. A partir de cette déclaration, il fait une prédiction logique qui servira de base à son expérimentation. L'hypothèse et la prédiction qui en découle sont généralement énoncées sous la forme d'une déclaration: " Si...., alors.... ".

Supposons que le problème posé par le chercheur concerne la vitesse en chute libre de divers objets. Sur la base de ses observations et de la documentation disponible, il peut être amené à déclarer que le poids détermine la vitesse de chute. Dès lors, son hypothèse pourrait être formulée ainsi: "Si le poids d'un objet tombant en chute libre détermine sa vitesse de chute, alors, plus l'objet sera lourd, plus rapide sera sa chute". La partie de la phrase qui commence par "si" représente la supposition que fait le scientifique, supposition basée sur ses propres observations et sur la documentation qu'il a pu rassembler sur le sujet. Il s'agit d 'une tentative de réponse à sa propre question.

La partie de la déclaration commençant par "alors" est ce qui devrait logiquement arriver si la partie commençant par "si" est correcte. Cette deuxième partie va déterminer la direction dans laquelle va s'engager le scientifique pour vérifier son hypothèse.

Cette hypothèse, présentée sous la forme "Si..., alors..." est appelée: hypothèse de travail. Elle contient l'explication d'un phénomène et une prédiction logique basée sur cette explication. C'est en vérifiant la prédiction que le scientifique saura si son hypothèse est correcte.

Vous devrez certainement aider votre élève quand il en sera à formuler son hypothèse de travail. Il se peut qu'il ait quelques difficultés à exprimer sa pensée et puisque la prédiction basée sur son explication déterminera la vérification de son hypothèse, il serait sage de vous assurer que la formulation de l'hypothèse soit exactement ce que l'élève a dans l'esprit.

L'hypothèse de travail étant formulée, l'élève devra prévoir une expérience pour en vérifier l'exactitude. Là encore, votre aide sera précieuse. Vous ne devez pas concevoir l'expérience à sa place, mais vous pouvez le mettre en garde contre certains pièges. Si vous lui posez les questions adéquates, vous pouvez l'amener à découvrir des sources possibles d'erreur. S'il cherche votre aide parce qu'il a rencontré des difficultés, donnez-lui quelques indications qui l'aideront à les résoudre.

Conception de l'expérience

La conception de l'expérience constitue le plan d'attaque de l'élève. Il lui faut en prévoir chaque étape afin d'avoir une idée claire de la façon dont il va procéder pour résoudre son problème. Il doit prendre en considération les sources possibles d'erreur et concevoir son expérience de telle sorte que celles-ci soient éliminées. La fonction même de la conception de l'expérience est d'éliminer l'erreur avant que celle-ci ait une chance de se produire. Ici, une pensée claire et une grande attention prêtée aux détails sont particulièrement nécessaires car la moindre inattention pourrait facilement invalider les résultats de l'expérience.

Les conditions à satisfaire avant qu'on puisse dire que la conception de l'expérience est correcte, sont:

- validité de l'expérience
- fiabilité de l'expérience
- fiabilité des instruments

Pour que son expérience soit valable, il faut que l'élève ne laisse aucun doute sur le fait que son expérience démontre exactement la théorie qu'il a avancée, c'est à dire qu'il ne peut y avoir d'autres explications possibles des résultats.

Les variables: Afin d'expliquer comment l'élève peut éliminer toutes les explications possibles sauf une, il nous faut d'abord définir quelques termes.

Une variable est un facteur qui peut modifier les résultats de l'expérience. Par exemple, dans notre recherche sur les corps en chute libre, des facteurs tels que poids, hauteur de chute, forme, taille ou vitesse initiale doivent tous être considérés comme des variables, puisque une modification de l'un d'entre eux peut affecter la vitesse de chute. Vous comprenez donc qu'au cours de sa recherche, votre élève doit prendre en compte tout facteur qui pourrait influencer ses résultats.

La "variable indépendante" est le facteur que l'élève déclare être responsable des faits qu'il a observés. Par exemple, dans notre recherche sur les corps tombant en chute libre, le poids est la variable indépendante parce que l'élève pense que c'est la différence dans les poids des objets qui est la cause de la variation dans leurs vitesses de chute.

Le jeune chercheur finit par pressentir un fait dont il ne s'était guère préoccupé jusqu'à maintenant: la vitesse de chute (vitesse) est égale à la distance divisée par le temps. L'élève a raisonné que si les distances sont égales et les temps ne le sont pas, c'est que les vitesses sont différentes. Par conséquent, en déduit-il, on peut calculer la vitesse de chute d'un objet en mesurant le temps qu'il faut à celui-ci pour tomber d'une hauteur connue. D'aprés son hypothèse, le temps devrait dépendre du poids de l'objet. Dès lors, le temps devient sa "variable dépendante". Si l'hypothèse est correcte, la variable dépendante (le temps) est fonction de la variable indépendante (le poids).

Contrôles directs: L'objectif de toute conception d'expérience est d'exclure toutes les explications possibles d'un fait observé hormis celle que le chercheur propose. Pour atteindre

ce but, l'élève doit contrôler toutes les variables sauf la variable dépendante et la variable indépendante. Autrement dit, toutes les variables autres que celles-là doivent rester constantes durant l'expérience. Cela autorise l'élève à dire que l'effet observé sur la variable dépendante est dû à l'action de la variable indépendante et à rien d'autre. Par exemple, en imaginant un moyen correct de vérifier son hypothèse, notre jeune chercheur devrait laisser tomber divers objets d'une hauteur identique et mesurer leur temps de chute. Ces objets ne doivent différer en aucune manière si ce n'est par le poids. Ils doivent avoir la même forme, le même volume, etc. L'élève exerce ainsi un contrôle direct sur les variables.

Contrôles indirects: Il est évident que de tels objets seraient difficiles à trouver. Il est dès lors nécessaire de contrôler les variables par des moyens indirects. Cela arrive souvent et, là encore, vos conseils seront sûrement bienvenus. Si notre chercheur était obligé d'utiliser de grosses et de petites billes de plomb en guise d'objets lourds et légers, il permettrait aux variables "taille" et "poids" de changer en même temps. Puisque la logique de la conception de l'expérience exige que nous soyons capables d'évaluer les effets de toutes les variables concernées sur la variable indépendante, ce cas ne serait pas acceptable scientifiquement. En effet, dans ce cas, aucune variable ne serait contrôlée. Si le chercheur trouvait des variations, dans les temps de chute, entre la petite bille légère et la grosse bille lourde, il serait incapable de dire si ces variations sont dûes au volume de la bille ou à son poids seul. Par conséquent, ce qu'il lui faut utiliser, ce sont une grosse pierre légère et une petite pierre lourde. En utilisant des objets de densités variées, notre chercheur sera capable de contrôler la variable "taille" indirectement. Il aura ainsi à sa disposition au moins trois groupes d'objets : (1), (2) et (3). Des billes en porcelaine (1) d'un diamètre aussi grand que celui des grosses billes en plomb (2) mais de poids identique à celui des petites billes en plomb (3).

En comparant les objets en plomb d'abord, l'expérimentateur pourra au moins savoir si les variables "poids" et "taille" sont significatives ou non (bien qu'il soit incapable de dire laquelle). Puis, en comparant les temps mis par la petite bille de plomb et la bille de porcelaine, l'élève pourra déterminer l'effet de la taille (puisque les poids sont égaux) et, finalement, en comparant les temps mis par la grosse bille de plomb et la bille de porcelaine, il pourra affirmer les effets de la variable poids (puisque les tailles sont égales).

Naturellement, il existe un certain nombre d'autres méthodes possibles pour contrôler cette variable (on pourrait utiliser des billes creuses et des billes pleines, toutes de même taille) mais notre élève a choisi ce moyen de contrôle indirect sur ses variables.

Groupe expérimental et groupe témoin: Nous pouvons maintenant définir deux autres termes. Les groupes témoins sont ceux dans lesquels la variable indépendante ne joue aucun rôle.

Par exemple, revenons à l'expérience au cours de laquelle on utilise de grosses et de petites billes en plomb ainsi que des billes en porcelaine de même grosseur que les grosses billes en plomb, mais de poids égal à celui des petites billes en plomb. La variable indépendante (le poids) ne serait pas un facteur déterminant dans les vitesses de chute des petites billes en plomb et en porcelaine (rappelez vous que leurs poids sont égaux). Par conséquent, le groupe des petites billes en plomb est appelé "groupe témoin" (la variable indépendante, le poids, ne peut jouer aucun rôle puisque les petites billes en plomb tombent aussi vite que les grosses). De même, les grosses billes de porcelaine constituent aussi un groupe témoin (puisque le poids seul ne pourrait pas les faire tomber plus vite que les grosses billes de plomb qui sont plus lourdes). Elles servent de groupe témoin pour la variable "taille".

Dans cette expérience, nous avons, donc, deux groupes témoins et un groupe expérimental; ce dernier est constitué par les grosses billes en plomb dont on suppose que la vitesse de chute est déterminée par la variable indépendante.

L'importance d'un groupe témoin apparaîtra quand l'élève commencera à interpréter ses données; c'est en comparant les résultats des deux groupes qu'il sera autorisé à déclarer, avec certitude, si oui ou non la variable indépendante affecte la variable dépendante. S'il n'y a aucune différence entre les performances du groupe témoin et du groupe expérimental, alors le chercheur doit en conclure que son hypothèse (le poids détermine la vitesse de chute) est fausse puisqu'il constate que la variable indépendante n'affecte pas le phénomène qu'il est en train d'observer. Si, par contre, il existe une différence notable entre les performances du groupe témoin et du groupe expérimental, le chercheur peut raisonnablement en conclure que son hypothèse est correcte.

Un exemple, pris en agriculture, illustrera mieux encore les rôles du groupe témoin et du groupe expérimental.

Question: Quel est l'effet des engrais nitrogénés sur la production de mais ?

Hypothèse de travail: "SI le nitrogène est essentiel à la croissance des plantes et qu'on doive l'utiliser en grande quantité, ALORS les plantes qui bénéficient d'un apport substantiel d'engrais nitrogénés produiront plus de mais que celles qui ne sont pas traitées".

Afin que les résutats de l'expérience soient concluants, la qualité du sol, la quantité d'eau que reçoivent les plantes, le temps d'exposition au soleil, etc., doivent être identiques pour toutes les plantes.

Ces conditions étant respectées, on traite le sol d'un groupe de plantes avec 5 kg d'engrais, celui d'un deuxième groupe avec 3 kg, le troisième groupe n'en recevant qu'1 kg. Le groupe témoin ne reçoit pas d'engrais. On a ainsi trois groupes expérimentaux (5 kg, 3 kg, 1 kg) et un groupe témoin (pas d'engrais).

La fiabilité de l'expérience: Quand votre élève est certain que son projet d'expérience est correct, il doit faire face au deuxième critère de la conception d'une expérience: la fiabilité de cette expérience. Il doit prouver que son expérience est fiable en démontrant que celle-ci peut être répétée maintes fois, dans les mêmes conditions, avec des résultats identiques. Pour satisfaire ce critère, une expérience, dans la plupart des travaux de recherche, sera répétée plusieurs fois, puisqu'un seul essai ne serait pas suffisant pour prouver quoi que ce soit. Par exemple, dans notre expérience des corps tombant en chute libre, le chercheur ne peut pas se contenter d'enregistrer le temps qu'il faut à trois billes (une petite, une grosse et une de même taille que la grosse mais de même poids que la petite) pour tomber d'une hauteur donnée. Les résultats d'un seul essai pourraient être dûs au hasard. L'élève doit donc faire plusieurs essais pour montrer de façon convaincante qu'il obtient les mêmes résultats chaque fois qu'il refait l'expérience. Dans le cas de l'expérience mentionnée ci-dessus, le jeune chercheur doit avoir à sa disposition un assortiment de grosses et de petites billes en plomb et un groupe témoin de grosses billes en porcelaine, chacune égale en poids à une petite bille en plomb mais de taille identique à chacune des grosses billes en plomb. Il peut alors mesurer et comparer les temps mis par ses billes pour tomber d'une hauteur donnée au cours de toute une série d'essais. Il aura la preuve décisive que ses résultats sont exacts et constants.

C'est en satisfaisant à ce critère de fiabilité de l'expérience que l'élève démontre que ses résultats méritent une place dans l'ensemble de la connaissance scientifique. Pratiquée par d'autres chercheurs utilisant les mêmes techniques et le même appareil, son expérience fournira les mêmes résultats.

Fiabilité des instruments: Nous en arrivons maintenant au troisième critère de la conception correcte d'une expérience. C'est grâce à ce critère de "fiabilité des instruments" que les résultats de mesures des variables considérées seront raisonnablement précis et constants.

Dans l'exemple des corps tombant en chute libre, les billes de notre investigateur devraient être semblables en tout sauf en poids. Nous avons vu que cela s'avère très difficile à réaliser. Les billes de son groupe témoin (grosses billes de porcelaine au poids égal à celui des petites billes de plomb) doivent dès lors être égales en volume, en forme, etc. aux grosses billes de plomb. Toutes ces billes doivent être

lâchées de la même hauteur, avec la même vitesse initiale (probablement zéro) et l'élève doit pouvoir mesurer le temps qu'il faut à chaque bille pour atteindre le sol.

Avant de commencer l'expérience, l'élève devra d'abord assembler l'appareil nécessaire. Il arrivera souvent que vous n'ayez pas cet appareil. Dans ces cas-là, l'improvisation prend toute sa valeur. En usant de toute son imagination et grâce au savoir-faire que vous pouvez lui enseigner, l'élève devrait être capable d'improviser l'appareil dont il a besoin pour réaliser son expérience.

Tout en construisant les différentes parties de son appareil, l'élève doit faire extrêmement attention au degré de précision qu'elles autoriseront. Si l'appareil donne des résultats raisonnablement précis et constants, le critère de précision des instruments est respecté. Aucun instrument n'est parfait et, dans tous les cas, une certaine marge d'erreur peut être tolérée lors de la conception de l'expérience et de l'évaluation des résultats. Un appareil improvisé peut être plus ou moins précis qu'un modèle commercial, compte tenu du savoir-faire du constructeur. L'expérimentateur doit simplement tenir compte du degré d'exactitude de l'appareil. De toutes manières, les recherches engagées par les élèves qui utilisent un appareillage improvisé, ne réclament pas un haut degré de précision.

C O M M E N T M E N E R U N E R E C H E R C H E

Emploi du temps

L'élève doit maintenant préparer un programme de travail, se fixant un laps de temps bien défini pour chacune des étapes de sa recherche. Il doit construire son appareil, faire les expériences et interpréter les résultats.
Le temps dont il aura besoin pour mener à bien son travail et pour chacune des étapes de celui-ci, variera en fonction de la nature de la recherche et du temps libre dont dispose l'élève. Par exemple, un élève peut s'accorder deux semaines pour construire son appareil, deux semaines pour faire les expériences nécessaires et deux semaines pour interpréter les résultats. Il peut se donner une semaine supplémentaire pour venir à bout de difficultés non prévues. Cela signifie que le travail dans son ensemble devrait être réalisé en sept semaines.
Un autre élève peut se donner une semaine pour construire son appareil, six semaines pour réaliser ses expériences et deux semaines pour interpréter les données. Si on ajoute à cela une semaine pour parer à toute éventualité, la recherche devrait durer six semaines.

Pour certains travaux de recherche, l'appareil dont il a besoin devra être inventé par l'élève. Ceci arrive souvent quand l'élève ne connait aucun appareil qu'il puisse utiliser pour faire son expérience. Dans ces cas-là, on doit, lors de l'organisation du temps de travail, prévoir du temps supplémentaire pour la conception de l'appareil. On pourrait ainsi avoir: trois semaines pour faire les plans de l'appareil, deux semaines pour le construire, trois semaines pour l'expérimentation, deux semaines pour l'interprétation des résultats et une semaine de plus pour résoudre d'éventuelles difficultés. Ce travail de recherche, dans son ensemble, demanderait onze semaines.

Tout ce qui précède n'était que des exemples d'organisation du temps de travail. Chaque élève devra fixer son propre emploi du temps de telle sorte que son travail soit fini en un laps de temps raisonnable. Il lui faut se remémorer à chaque instant le travail qui lui reste à faire et le moment où il doit le rendre. Vous pouvez aider l'élève en lui signalant quelques unes des difficultés qu'il peut rencontrer et en lui conseillant de garder assez de temps pour les résoudre, mais le choix final de l'organisation de son temps de travail devra venir de lui seul.

Construction de l'appareil

Quand l'élève est en train de construire son appareil, vous pouvez l'aider de vos conseils, mais il doit faire son travail tout seul. Cela lui donnera confiance en lui et il apprendra à ne dépendre que de lui. Vos critiques doivent être constructives. Vous pouvez lui faire remarquer un travail mal fait et vous l'encouragerez à l'améliorer. L'exactitude de ses calculs dépend du niveau de précision de son instrument, il ne peut pas se contenter d'un travail de mauvaise qualité.

Réalisation de l'expérience

Une méthode de travail logique: Au cours de la réalisation de son expérience, l'élève se doit d'être méthodique pour être efficace. Cette étape de sa recherche ne devrait pas lui poser de difficultés s'il a appris, au cours des expériences faites en classe et pendant les scéances de T.P., les techniques correctes du travail scientifique. Il saura qu'il doit être consistant dans ses méthodes et logique dans sa pensée. S'il a bien conçu son expérience selon les principes dont nous avons déjà parlé, la plupart des sources d'erreur majeures auront été éliminées. Les autres seront minimisées s'il utilise de bonnes techniques scientifiques et son bon sens.

Des observations objectives: Il est essentiel que vous montriez à l'élève l'intérêt de faire des observations exactes. Il doit décrire les faits exactement comme ils se déroulent. Un élève est susceptible de se laisser influencer, dans ses observations, par l'hypothèse qu'il a avancée; c'est à dire qu'il décrit ce qu'il pense devoir se passer plutôt que ce qui se passe réellement. Pendant une expérience, un scientifique doit être complètement objectif. Cela est vrai tout autant pour l'élève-chercheur que pour le chercheur professionnel d'un laboratoire.

Il arrive souvent qu'en s'apercevant de l'inexactitude de son hypothèse, le chercheur découvre une piste qui le mène à une découverte bien plus passionnante. Grâce à ses observations, de nouvelles questions peuvent venir à l'esprit de l'élève. Il doit alors en prendre note mais ne doit pas se laisser distraire de son but qui est de trouver une réponse à sa question originelle. Plus tard, ces questions nouvelles pourront servir de base à des recherches plus approfondies.

Notation des résultats: Vous devez faire comprendre à votre élève qu'il est absolument nécessaire de noter tout ce qui se passe lors de l'expérience. Cela s'avère essentiel pour l'interprétation des résultats et la rédaction du rapport de recherche. S'il n'a rien noté, il n'aura pas de résultats à interpréter. Dans la plupart des cas, l'élève devra étaler ses expériences sur plusieurs semaines et les résultats seront tous confondus, même oubliés complètement, s'ils ne sont enregistrés que dans sa tête!

Avant de commencer ses expériences, il devrait préparer un tableau sur lequel il notera ensuite ses observations. Généralement, ce tableau comprend une liste de toutes les variables. L'élève devra y noter, à chaque essai, tous les résultats.

Interprétation des données

La dernière tâche de l'élève est l'interprétation des résultats de son expérience. En réalité, cela n'est rien de plus qu'un travail de réflexion claire, logique et objective.

Au cours de l'expérience, l'élève aura sans doute accumulé une grande quantité de données. Il doit les ordonner avec méthode et en déduire s'il doit accepter, rejeter ou modifier son hypothèse de départ. Si l'hypothèse et la conception de l'expérience sont toutes deux correctes, la variable dépendante variera en même temps que la variable indépendante. Si les résultats de l'expérience démontrent que cela n'est pas, c'est que l'hypothèse est incorrecte, ou bien c'est la conception de l'expérience. Si l'élève est certain qu'il a satisfait aux critères de la conception correcte d'une expérience et qu'il a utilisé une méthode réellement scientifique au cours de celle-ci, il doit alors en conclure que son hypothèse est fausse et il doit la modifier ou la rejeter.

Nous en arrivons à la définition, apparemment évidente, d'un terme très souvent appliqué aux données, mais qui est d'une telle importance qu'il mérite une mention spéciale. Le concept de "différence" représente le fondement logique de l'utilisation des moyens de contrôle direct et indirect lors de la conception de l'expérience. Les données significatives, dans notre exemple, sont les différences entre les temps de chute des billes, pas nécessairement les temps de chute en eux-mêmes. Les différences sont basées sur les performances du groupe témoin. Pour confirmer l'hypothèse de notre exemple, il faudrait que l'on trouve une différence entre la vitesse de chute des billes lourdes, d'une part, et celle des billes légères, d'autre part.

En guise d'exemple, procédons à l'interprétation des données que nous possédons actuellement. Aprés divers essais, si le chercheur trouve qu'il existe une différence entre les temps de chute des deux groupes de billes, peu importe la taille de celles-ci, il aurait le droit d'en conclure que les différences dans les résultats sont fonction du poids seulement. Son hypothèse serait donc confirmée, puisqu'il aurait prouvé que la variable dépendante (temps de chute) variait en même temps que la variable indépendante (poids). Mais s'il découvre, au contraire, que le groupe des grosses billes tombe plus lentement que le groupe des petites billes, leur poids respectif ne jouant aucun rôle, il doit en conclure que la différence dans les temps de chute est dûe à la variable "taille" et n'a rien à voir avec le poids des billes. Son hypothèse initiale serait donc incorrecte.

Au vu de ses résultats, notre chercheur parvint à une conclusion qui l'obligea à reconsidérer son point de vue sur le sujet. Aussi souvent qu'il répétât son expérience, il s'aperçut que les petits objets tombaient toujours plus vite que les gros objets, quelque soit le poids des uns et des autres. Il en conclut que la taille et non le poids, comme il le supposait tout d'abord, était la variable responsable des différences observées dans les vitesses de chute. Son hypothèse de départ n'était pas confirmée et il fut obligé de la réviser. Il en conclut que les gros objets tombent plus lentement que les petits parce que leur surface plus grande offre plus de résistance à l'air.

Sa nouvelle hypothèse affirmait que, toutes les autres variables étant contrôlées, la vitesse en chute libre des corps dépend de leur taille qui offre à l'air une plus ou moins grande résistance. Il put prouver cette dernière hypothèse maintes et maintes fois.

Interprétation des données

Il se peut que vous soyez obligé d'aider vos élèves à interpréter leurs données, mais, en général, il est mieux de ne pas le faire.

Puisqu'interpréter correctement des données est une question de réflexion logique, l'élève devrait tirer ses conclusions lui-même. L'aide que vous lui fournirez devra prendre la forme de questions telles que: Qu'est-ce que prouvent ces chiffres? Pourquoi? Y-a-t-il une autre explication possible de ces résultats? Comment savez-vous qu'il n'y en a pas? Avez-vous pris en compte toutes vos données, par exemple...?
De cette façon, l'élève apprend à réfléchir tout seul, à fournir de solides preuves pour les conclusions qu'il a tirées et à défendre ses opinions.

C O M M E N T F A I R E L E C O M P T E - R E N D U

D ' U N E R E C H E R C H E

But du compte-rendu

Quand l'élève aura fini son travail de recherche, vous voudrez sûrement qu'il en fasse un compte-rendu pour le bénéfice du club de science. Vous pouvez même juger qu'il doit le présenter au Festival Scientifique de l'école ou de la région. Dans tous les cas, afin d'expliquer son travail de façon intelligible, il doit en décrire chaque étape en termes clairs, concis et précis. Il est probable que l'élève n'aura pas besoin de beaucoup d'encouragements pour écrire son rapport, car il est sûrement fier du travail qu'il a fourni et désire que tous l'apprécient.

Suivent la description et l'explication des grandes lignes d'un compte-rendu; cela devrait vous être utile pour montrer à votre élève comment bâtir le sien.

Lignes générales d'un compte-rendu typique

1 - Introduction

A) Historique : Cette partie est destinée à familiariser le lecteur avec le sujet sur lequel l'élève a mené sa recherche. C'est pourquoi il doit résumer tous les faits qui sont nécessaires à sa bonne compréhension.

Il est utile de faire un court historique du sujet car il est important de se souvenir que le lecteur ignore peut-être tout du contexte de la recherche en question. Pour qu'il arrive à saisir le problème dans son ensemble aussi bien que l'auteur, il faut que la perspective de la recherche et la solution au problème posé lui soient exposées de façon parfaitement claire.

B) Hypothèse : A la fin de l'introduction, l'élève doit poser son hypothèse (les raisons du choix de celle-ci doivent déjà avoir été exposées). Il doit ensuite faire état de sa prédiction basée sur cette hypothèse et combiner les deux en une hypothèse de travail.

2 - L'expérience

A) Les sujets : Si des êtres humains constituent les sujets de l'expérience, les variables pertinentes telles que âge, sexe, taille, poids, doivent être dûment notées, de même que toute autre variable susceptible d'avoir une influence quelconque sur les résultats. Si les sujets sont des animaux ou des plantes, ils devront être décrits avec le même souci du détail (genre, âge, etc.)

B) Les instruments : Ce paragraphe doit comprendre une description simple mais détaillée des instruments utilisés pour l'expérience. La description doit être très précise. Poids, force des solutions, longueurs, volumes et tout autre variable pouvant affecter l'expérience, doivent être soigneusement définis. Par exemple, si l'élève a utilisé une lumière et des lentilles pour son expérience, il doit préciser quel type de lumière (par exemple, une ampoule opaque de 100 watts), la distance focale des lentilles, leur type, qualité et autre dimension. L'élève doit également expliquer comment est monté l'appareil. Il est utile d'en faire un graphique. La raison pour laquelle l'élève doit faire une description détaillée de l'appareil utilisé est de permettre à l'élève qui lira le compte-rendu de répéter cette expérience et d'obtenir les mêmes résultats.

C) Procédure : L'élève doit donner la description des variables et des moyens de contrôle sur celles-ci et expliquer pourquoi et comment on utilise les groupes témoins et les groupes expérimentaux. Il doit aussi décrire les techniques utilisées au cours de l'expérience. Cette description doit être suffisamment détaillée pour permettre au lecteur qui le désire de répéter l'expérience selon la même procédure.

3 - Les résultats

Dans ce paragraphe, l'élève expose simplement ses résultats. On les présente généralement sous forme de graphiques et tableaux. Toute manipulation mathématique des données doit être décrite brièvement. Ce paragraphe est le plus facile à écrire parce que tout ce qu'on attend de l'auteur est qu'il dise : "Les résultats sont présentés ci-dessous" et le lecteur n'aura qu'à se reporter aux tableaux et aux graphiques.

4 - Discussion

Dans son essence, c'est le paragraphe final de l'exposé. L'élève y interprète ses données et y présente ses conclusions. Quelques élèves essaieront peut-être d'aller au-delà des données présentes et de formuler une théorie. Il se peut que vous ayez un nouveau Newton dans votre classe!

Ce paragraphe comprend également une déclaration des limites de l'expérience. Si l'élève pense que quelque chose, outre la variable indépendante, affecte les résultats de l'expérience, il doit le dire ici. En général, ce paragraphe permet à l'auteur de mentionner tout ce qui lui semble avoir trait aux données et d'en tirer les conclusions possibles.

5 - Résumé

L'élève doit terminer son compte-rendu par un résumé court et précis. Cela donne au lecteur une rapide vue d'ensemble du travail.

E X E M P L E S

D E T R A V A U X D E R E C H E R C H E

Dans cette section, vous trouverez quelques exemples de travaux de recherche en Chimie, en Biologie et en Physique. Les trois parties de ce chapitre donnent des exemples de compte-rendus dans chacune de ces disciplines. En outre, chacune de ces parties expose des travaux de recherche dont le degré de réalisation varie. Les deux premiers rapports sont complets et sont faits pour servir de modèle à vos élèves. Ceux qui suivent sont incomplets et sont prévus pour vous entraîner, d'une part, à concevoir vos propres travaux et, d'autre part, à tirer vos propres conclusions des données. Si vous pouvez répondre de façon satisfaisante aux questions qui se trouvent à la fin de chaque compte-rendu incomplet, vous pouvez avoir confiance en votre compétence pour guider les élèves dans ce genre de travaux.

La partie "introduction" des compte-rendus suivants est nettement plus développée que ce que l'on exige généralement des élèves. Ceux-ci peuvent écrire des introductions plus courtes et tout à fait satisfaisantes.

A la fin de chaque compte-rendu, vous trouverez un certain nombre de questions. Vous pouvez encourager vos élèves à y répondre à l'aide d'une expérience. Cette liste ne prétend nullement être exhaustive; elle ne doit vous servir que de point de départ.

A) C H I M I E

1°) Exemples de rapports de recherche

VITESSE DE DIFFUSION DES SOLIDES DANS L'EAU

Introduction

Bien des observations nous ont montré que les molécules des substances en solution sont toujours en mouvement.

On peut étudier les courants de convection dans les fluides en plaçant des colorants chauds au fond d'un bécher froid rempli d'un liquide clair.

On peut étudier le phénomène de diffusion en observant la diffusion d'un gaz (NH_3) à travers une solution d'eau et de teinture de tournesol bleue.

On observe, au microscope, que les fines particules des solides en suspension dans l'eau, ou dans tout autre liquide, bougent de façon anarchique. Le mouvement de ces particules est le résultat de nombreuses collisions entre les microscopiques molécules. Quand la température augmente, le nombre de chocs entre ces molécules augmente également et les particules visibles semblent bouger plus vite.

Cependant, les particules de différents composés ne migrent pas à la même vitesse. Des encres de couleurs variées placées dans l'eau diffusent à des vitesses différentes même si la température de l'eau est la même. La vitesse de mouvement des particules visibles dépend de la température. Il semble qu'elle dépende également d'autres facteurs. Un de ces facteurs pourrait être la taille de la particule. C'est à dire que la pesanteur pourrait ralentir le mouvement ascendant des particules de masse relativement grande. Des ions de sel dissous dans l'eau réagissent peut-être de façon similaire. Si la vitesse ascendante de diffusion dépend du poids moléculaire d'un ion, alors les sels de poids moléculaire élevé diffuseront plus lentement que des sels de poids moléculaire faible à condition que l'eau ne soit pas agitée et qu'elle reste à température constante.

Expérience

Procédure : On remplit deux verres gradués avec 100 ml d'eau claire. On place délicatement un cristal de $CuSO_4$, d'une masse de 1.05 g (CU^{++} est bleu) au fond d'un des verres gradués. On dépose un cristal de $K_2Cr_2O_7$ ($Cr_2O_7^{--}$ est orange) de 1.07 g au fond de l'autre verre gradué. On note la hauteur des cristaux et on détermine ainsi le point zéro de la diffusion dans les verres gradués. Toutes les heures, on note les niveaux des solutions colorées dans les deux récipients.

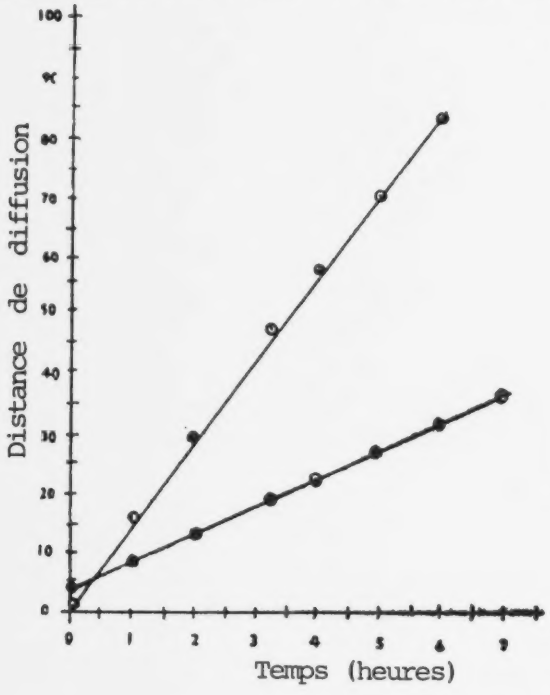
Résultats : Ils sont donnés ci-dessous :

T° de la pièce	28°C
Poids de $CuSO_4$	1.05 g
Poids de $K_2Cr_2O_7$	1.07 g
Poids moléculaire de $CuSO_4 5H_2O$	249.70
" " " " " " " " " " $K_2Cr_2O_7$	294.00
" " " " " " " " " " Cu^{++}	64.00
" " " " " " " " " " $Cr_2O_7^{--}$	216.00

Relevé	Heure	Niveau solution $K_2Cr_2O_7$	Différence entre niveaux	Vitesse de diffusion
1	9:00	4.6 ml		
2	10:00	8.8	4.2 ml	4.2 ml/h
3	11:00	13.2	4.4	4.4
4	12:15	19.3	6.1	4.9
5	13:00	22.8	3.5	4.7
6	14:00	27.1	4.3	4.3
7	15:00	31.1	4.0	4.0
8	16:00	35.4	4.3	4.3
Total :	7 heures		30.8	Moyenne : 4.4 ml/h

Relevé	Heure	Niveau solution $CuSO_4$	Différence entre niveaux	Vitesse de diffusion
1	9:00	2.8 ml		
2	10:00	16.0	13.2 ml	13.2 ml/h
3	11:00	29.8	13.8	13.8
4	12:15	46.9	17.1	13.7
5	13:00	57.4	10.5	13.0
6	14:00	71.2	13.8	13.8
7	15:00	84.4	13.2	13.2
Total :	6 heures		81.6	Moyenne : 13.6 ml/h

DISTANCE DE DIFFUSION EN FONCTION DU TEMPS



Discussion

Les résultats sont assez constants. On obtient des courbes linéaires montrant que les vitesses de diffusion de chaque sel sont constantes.
Néammoins, les sels paraissent diffuser à des vitesses différentes. La vitesse de diffusion du sulfate de cuivre est presque trois fois celle du dichromate de potassium. Ce rapport, cependant, n'est pas inversement proportionnel aux poids moléculaires des deux sels : c'est à dire que, même si le poids moléculaire du dichromate de potassium est environ 1.2 fois celui du sulfate de cuivre, celui-ci n'a pas diffusé à 1.2 fois la vitesse de diffusion du dichromate de potassium.

Par contre, les vitesses de diffusion sont apparemment liées au poids moléculaire des ions colorés : $Cr_2O_7^{--}$ (poids moléculaire : 216) a migré à une vitesse égale environ à 1/3 de celle de Cu^{++} (poids moléculaire : 64).

L'hypothèse de départ pourrait être correcte si elle était formulée ainsi : "Si le poids moléculaire de l'ion coloré est grand, alors la vitesse ascendante à laquelle il diffuse à travers une solution aqueuse est faible, à condition que l'eau ne soit pas agitée et que la solution soit maintenue à température constante".

Cependant, d'autres facteurs ont pu influencer la vitesse de diffusion : l'ion cuivre a une charge positive tandis que l'ion dichromate a une charge négative. Une expérience mettant en jeu des ions de même charge nous aurait sans doute permis de porter un jugement plus décisif sur notre hypothèse. De plus, les ions non-observés dans cette expérience, SO_4^{--} et K^+, ont peut-être affecté les résultats expérimentaux. En utilisant un ion coloré commun avec différents ions invisibles, on pourrait déterminer l'effet de ceux-ci. Peut-être la gravité est-elle le facteur qui oblige le poids moléculaire à déterminer la vitesse de diffusion? Si nous avions suspendu les cristaux de sel à la surface de la solution et mesuré la vitesse à laquelle les sels diffusent, nous aurions peut-être remarqué des résultats inverses : l'ion le plus lourd aurait peut-être été le plus rapide à diffuser. Nous pourrions vérifier cette hypothèse (que le poids détermine la vitesse de diffusion) en bouchant un verre gradué et en le couchant sur le côté. De cette façon, le sel diffuserait horizontalement et la gravité n'exercerait aucune influence sur la vitesse de diffusion.

Trop de doutes persistent après cette expérience pour nous permettre d'en accepter les résultats comme preuve d'une hypothèse quelconque. Les ions colorés étaient de charges différentes, de toute évidence les ions non-colorés étaient différents et seule la diffusion ascendante a été prise en compte.

Résumé

On a effectué une expérience pour observer la relation existant entre la vitesse de diffusion d'un ion et son poids moléculaire.

Au fond d'un premier verre gradué de 100 ml rempli d'eau, on a placé un cristal de sulfate de cuivre; dans un second bocal, un cristal de dichromate de potassium. Les niveaux atteints par les solutions colorées ont été lus chaque fois à une heure d'intervalle. On a trouvé que la vitesse de diffusion était constante pour chaque ion et qu'elle variait en raison inverse de son poids moléculaire. Des doutes persistent quant à la validité de l'expérience puisque les ions utilisés étaient de charges différentes et que les autres ions de la solution n'ont pas été étudiés.

SOLUBILITE

Introduction

Si on fait tomber un grain de sel de table dans un bécher d'eau, il disparait petit à petit. On dit que le sel se dissout dans l'eau. Une étude minutieuse de l'eau au microscope ne permet pas de voir le sel dissous. Si on goûte le liquide, on s'aperçoit que le sel est bien présent dans l'eau. Les molécules de sel se sont mélangées aux molécules d'eau de telle sorte qu'on peut détecter le même degré de salinité dans toute l'eau du bocal. On peut ajouter plus de sel; celui-ci aussi est dissous. Mais si on continue d'en ajouter, il arrive un moment où le sel ne se dissout plus; il en reste au fond du bécher. Un mélange d'eau et de sel dissous, à n'importe quel degré de concentration, est appelé une solution.

Le sel est composé; il est composé d'ions métalliques positifs ou "radical" et d'ions négatifs produits quand certains acides déplacent des protons vers une base.

Tous les sels vrais sont, par définition, électrovalents. Ce sont des électrolytes forts et sont complètement ionisés dans l'eau, c'est à dire qu'un courant électrique passe à travers une solution d'eau et de sel.

L'eau est un solvant dipole. La molécule d'eau présente des liens covalents polaires qui sont distribués de façon asymétrique; certaines régions de la molécule d'eau sont positives, d'autres sont négatives. Quand on fait tomber quelques cristaux de sel dans un bécher d'eau, les dipoles d'eau attirent immédiatement les ions de surface des cristaux. Le côté négatif (oxygène) des dipoles d'eau exercent une force attractive sur l'ion sodium positif. L'ion chlorure négatif est atttiré par le côté positif (hydrogène) d'autres dipoles d'eau. Cela affaiblit les liens qui unissent les ions sodium et les ions chlorure au sein du réseau cristallin. Ils sont séparés et flottent dans la solution, liés faiblement aux molécules d'eau (solvant). De cette façon les ions Na et Cl se répandent à travers la solution et le cristal est dissous progressivement.

L'attraction qu'exercent les molécules d'eau sur les ions du sel est appelée "hydratation".

La vitesse à laquelle le sel est dissous peut être accélérée par trois différentes méthodes:

- Agiter la solution éloigne les ions libérés du réseau cristallin et d'autres ions peuvent alors être attirés par les dipoles d'eau.
- Casser les cristaux en petits morceaux augmente la surface totale de NaCl, ce qui signifie qu'un plus grand nombre d'ions se trouvent en contact avec la solution.
- Chauffer provoque une activation du mouvement brownien (agitation moléculaire) et le phénomène d'hydratation est accéléré. Chauffer accroît aussi la solubilité des substances: on peut en dissoudre une plus grande quantité si on en accroît la température.

La dissolution ou hydratation d'un grand nombre d'ions mobilise une quantité substantielle des molécules du solvant.

Ceci réduit le nombre de molécules d'eau libres dans l'espace séparant les ions hydratés de charge opposée. L'attraction entre les ions devient plus forte et les cristaux recommencent à se former. Tous les sels ne sont pas solubles dans l'eau. Le chlorure d'argent est un sel blanc qui ne se dissout pas dans l'eau. Beaucoup d'autres sels ne se dissolvent pas dans l'eau. Mais la quantité de sel soluble qui passe en solution varie pour chaque sel. Des expériences précédentes en laboratoire ont montré qu'il fallait une grande quantité de cristaux de sulfate de cuivre pour saturer une solution à 100°C. Par contre, une même quantité de chlorure de sodium mise à dissoudre dans une même quantité d'eau, à la même température, a laissé de nombreux cristaux au fond du bécher.

Il existe une grande différence entre les poids moléculaires du sulfate de cuivre (P.M.159.94) et du chlorure de sodium (P.M.485). Peut-être qu'en utilisant d'autres sels, on pourrait découvrir un lien entre le poids moléculaire et la solubilité. Si le poids moléculaire d'un sel soluble est élevé, alors la quantité de sel qui passe en solution à 100°C sera grande.

Expérience

Matériel utilisé: les sels solubles et déshydratés suivants ont été utililisés:

1	- iodure de calcium	CaI_2
2	- chlorure de cuivre	$CuCl_2$
3	- sulfate de cuivre	$CuSO_4$
4	- bromure de fer	$FeBr_2$
5	- chlorure de fer	$FeCl_2$
6	- carbonate de potassium	K_2CO_3
7	- dichromate de potassium	$K_2Cr_2O_7$
8	- carbonate de sodium	Na_2CO_3
9	- chlorure de sodium	$NaCl$
10	- dichromate de sodium	$Na_2Cr_2O_7$
11	- chromate de sodium	Na_2CrO_4
12	- nitrate de sodium	$NaNO_3$
13	- chlorure d'ammonium	NH_4Cl
14	- sulfate d'ammonium	$(NH_4)_2SO_4$

Méthode: on pèse 100 g de sel déshydraté sur un papier. On en prend de petites quantités que l'on verse dans 100 ml d'eau distillée à 80°C. On agite la solution jusquà ce que le sel soit dissous et on recommence l'opération. On verse d'abord le sel dans de l'eau à 80°C afin d'activer le processus tout en s'assurant que l'on n'en met pas trop. Quand le sel commence à se dissoudre dans l'eau, on élève la température à 100°C et on agite. Si tout le sel se dissout, on en rajoute de très petites quantités, 0.1 g ou moins. On répète l'opération jusqu'à ce quelques cristaux restent au fond de la solution même après qu'on ait agité celle-ci pendant cinq minutes. On pèse alors le sel qui reste sur le papier. On fait la même expérience pour tous les sels. Le produit de solubilité est la quantité de sel qui passe en solution à une température donnée. Dans notre expérience, la température était de 100°. On calcule le produit de solubilité en comptant le nombre de moles dissoutes dans un litre d'eau.

$$\text{Produit de solubilité (moles/litre)} = \frac{10 \text{ moles x sel dissous (g)}}{\text{poids mol. x 1 l d'eau}}$$

Résultats

Les résultats sont groupés dans le tableau ci-contre:

A - Température constante 100°C.

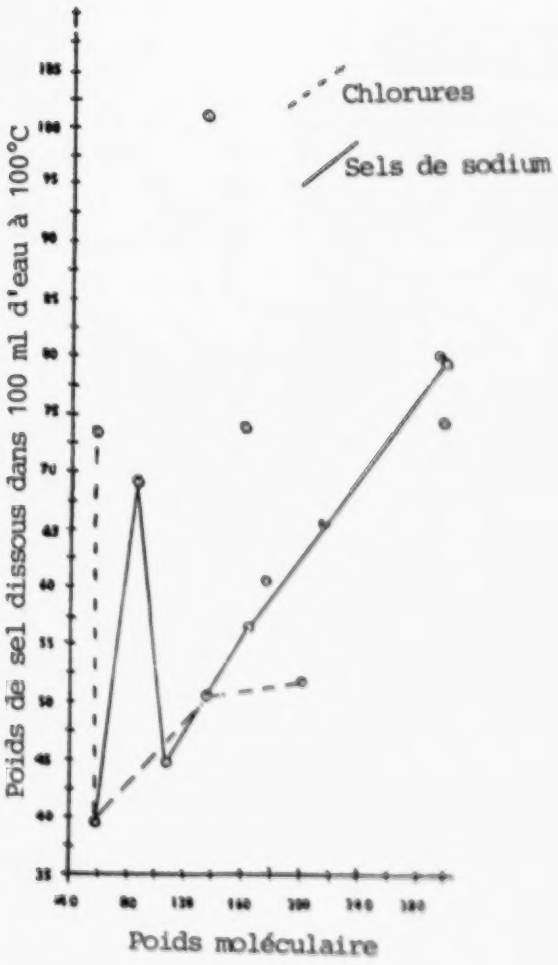
B - Poids des feuilles de papier utilisées pour les pesées: environ 1 g.

TABLEAU I

Numéro	Sel	Pesée 1 (sel+papier)	Pesée 2 (sel+papier)	Poids du sel = différence
1	CaI_2	103.2 g	23.1 g	80.1 g
2	$CuCl_2$	100.9	50.0	50.9
3	$CuSO_4$	102.8	28.9	73.9
4	$FeBr_2$	101.5	36.2	65.3
5	$FeCl_3$	101.3	49.0	52.3
6	K_2CO_3	106.2	45.8	60.8
7	$K_2Cr_2O_4$	97.9	23.1	74.8
8	NaCl	100.7	60.9	39.8
9	Na_2CO_3	101.2	36.4	44.8
10	$Na_2Cr_2O_7$	99.6	20.2	79.8
11	Na_2CrO_4	100.3	43.4	56.9
12	$NaNO_3$	103.8	34.5	39.3
13	NH_4Cl	96.9	23.3	73.6
14	$(NH_4)_2SO_4$	98.3	1.2 (insuff.)	97.1
		10.9	7.0	3.9
				101.0

Graphique 1

Poids de sel dissous en fonction du poids moléculaire



Graphique 2

Produit de solubilité en fonction du poids moléculaire

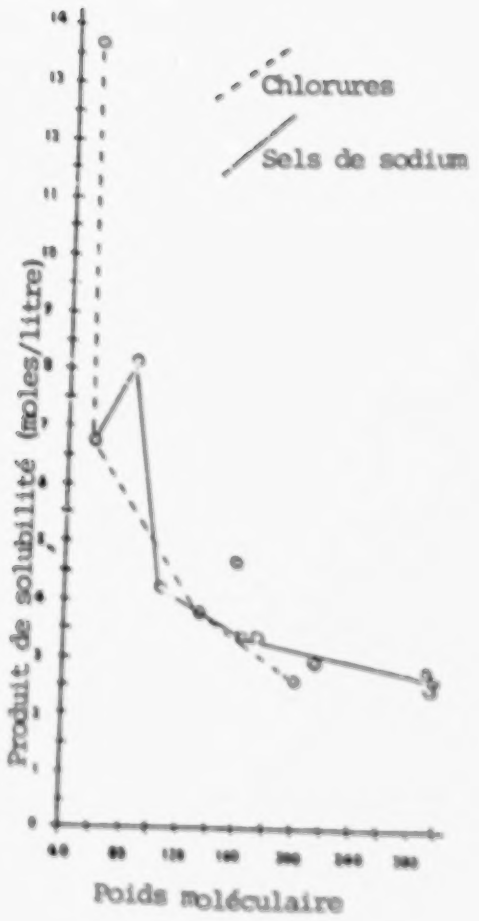


TABLEAU II

N°	Sel	Poids moléculaire	Poids de sel dissous	Produit de solubilité (moles/l)
1	NH_4Cl	54	73.6	13.61
2	NaCl	58	39.8	6.80
3	$NaNO_3$	85	69.3	8.15
4	$NaCO_3$	106	44.8	4.23
5	$(NH_4)_2SO_4$	132	101.0	7.65
6	$CuCl_2$	135	50.9	3.77
7	Na_2CrO_4	162	56.9	3.45
8	Na_2CrO_4	174	60.8	3.48
9	K_2CO_3	174	60.8	3.48
10	$FeCl_2$	200	52.3	2.61
11	$FeBr_2$	216	65.3	3.02
12	CaI_2	294	80.1	2.76
13	$K_2Cr_2O_7$	298	74.8	2.53
14	$NaCr_2O_7$	298	79.4	2.66

Discussion

Certaines erreurs ont pu se glisser dans cette expérience. On a pu se tromper lors des pesées ou bien on a mis trop de sel. On a rajouté du sel petit à petit pour déterminer le moment où le point de saturation était atteint. Mais, à chaque fois, il se peut qu'on ait rajouté des quantités différentes de cristaux de sel, ce qui introduit une légère erreur. Cependant, on a pensé que ces erreurs ne sont pas assez importantes pour affecter les résultats. Il est évident, d'après ces résultats, que la quantité de sel dissous n'est pas liée au poids moléculaire.

La courbe du produit de solubilité en fonction du poids moléculaire est irrégulière. On pourrait, à la rigueur, trouver une relation en étudiant la courbe: une forte solubilité serait plutôt liée à un poids moléculaire faible et une faible solubilité serait plutôt liée à un poids moléculaire élevé. Mais d'après les résultats obtenus, la courbe n'est pas assez nette pour accepter cette hypothèse.

Les interprétations offertes jusqu'ici se réfèrent à une sélection de sels faites au hasard. Peut-être que des sels ayant un ion commun donneraient des résultats plus intéressants. Dans notre échantillonnage, nous avons cinq sels avec le même ion positif - l'ion sodium. Ce sont NaCl, Na_2CO_3, $Na_2Cr_2O_7$, $NaCrO_4$ et $NaNO_3$. Il y a aussi

quatre sels avec le même ion négatif - l'ion chlorure. Ce sont $CuCl_2$, NaCl, NH_4Cl et $FeCl_3$.

Les résultats pour ces sels sont donnés séparément dans les tableaux III et IV. Parmi les sels ayant un ion commun, aucune tendance ne se manifeste quand on fait la courbe de la quantité de sel dissous en fonction du poids moléculaire. Mais en faisant la courbe du produit de solubilité en fonction du poids moléculaire, il semblerait se confirmer que le poids moléculaire affecte le produit de solubilité puisqu'on obtient une courbe relativement régulière. Compte tenu de nos données fragmentées pour les sels qui ont un ion commun, on peut dire que le produit de solubilité, pour ces sels, est inversement proportionnel à leur poids moléculaire.

TABLEAU III

Sels de sodium

Sel	Poids moléculaire	Poids de sel dissous (g)	Produit de solubilité (moles/litre)
NaCl	58.5	39.8	6.80
$NaNO_3$	85.0	69.3	0.15
Na_2CO_3	106.0	44.8	4.23
Na_2CrO_4	162.0	56.9	3.45
$Na_2Cr_2O_7$	298.0	79.4	2.66

TABLEAU IV

Chlorures

Sel	Poids moléculaire	Poids de sel dissous (g)	Produit de solubilité (moles/litre)
NH_4Cl	54.0	73.6	13.61
NaCl	58.5	39.8	6.80
$CuCl_2$	135.0	50.9	3.77
$FeCl_2$	200.0	52.3	2.61

Résumé

Nous avons essayé de démontrer que le poids de sel qui passe en solution dépend de son poids moléculaire. Les résultats obtenus sont si irréguliers qu'il n'est pas possible d'accepter cette hypothèse. Cependant, nous avons alors émis une nouvelle hypothèse: la solubilité d'un sel dépend de son poids moléculaire. Les résultats obtenus semblent confirmer cette hypothèse. Cependant, ils ne sont pas assez nombreux pour nous permettre d'être catégorique; pour cela, il faudrait poursuivre les recherches.

POURCENTAGE DE SABLE DANS LE SOL

Introduction

Le sol recouvre la plupart des surfaces terrestres de notre planète. Il est constitué de particules rocheuses et minérales, de taille très variable, mélangées à des organismes vivants ou leurs dépouilles. Le sol a trois composants principaux: le sable, l'argile et l'humus (matière organique). La plupart des sols ne sont pas composés seulement de sable, d'argile ou de limon. Ils sont constitués généralement d'un mélange de toutes les particules trouvées dans le sol. Ces mélanges sont appelés "terre-forte". Pour qu'un sol soit dit "sableux" il faut qu'il soit constitué d'au moins 50 % de sable. Connaître la composition d'un sol permet de déterminer sa fertilité. Un sol sableux n'est pas favorable à la croissance des plantes parce qu'il ne retient pas bien l'eau. Un sol argileux n'est pas bon non plus, parce qu'il est si compact que l'air ne pénètre pas jusqu'aux racines en quantité suffisante. Une terre-grasse, à fines particules, conprenant une grande quantité de limon et d'humus, constitue, en général, le meilleur type de sol.

Quel est le pourcentage de sable dans les divers types de sols que l'on trouve aux alentours du village? Quelles sont les plantes qui poussent sur chaque type de sol et quelle est la densité de ce couvert végétal?

Expérience

Méthode: Nous avons pris des échantillons de sol de la plage, du delta, de la rizière, de la carrière d'argile et de la cour de l'école. Nous avons relevé chaque fois les types et le nombre des plantes qui poussent sur les sols dont nous avons pris des échantillons.

Puis, nous avons placé 500 g de chaque sol dans un grand seau. Nous avons rempli celui-ci avec de l'eau claire et avons remué le mélange de sol et d'eau pour séparer l'argile du reste. Nous avons laissé la solution décanter pendant 2 minutes puis nous avons vidé l'eau. Cette opération a été répétée jusqu'à ce que l'eau coulât claire. Du sable qui restait au fond, nous avons ôté les gros cailloux, les débris de verre brisé, etc. Ensuite, nous avons filtré le sable, l'avons laissé sécher et l'avons pesé.

Le poids du sable a été divisé par le poids de l'échantillon pour trouver le pourcentage de sable dans le sol.

On a répété cette procédure pour chacun des échantillons.

Résultats: Ils sont donnés dans le tableau ci-dessous:

Location	Poids de l'Echantillon	Poids de sable	Pourcentage de sable
Plage	505 g	500 g	99 %
Delta	498	339	68 %
Rizière	500	220	43 %
Glaizière	503	148	28 %
Cour d'école	505	198	36 %

Questions

1. Quel type de sol a le plus fort pourcentage de sable? Quel type a le plus faible pourcentage?
2. Dans quel type de sol trouve-t-on la plus grande variété de plantes? Dans quel type de sol trouve-t-on le moins de variétés de plantes?
3. Dans quel type de sol vit le plus grand nombre de plantes? Le plus petit nombre?
4. Est-ce que certaines plantes préfèrent un type particulier de sol? Si oui, quelles plantes? quel sol?
5. Est-ce que certaines plantes ne semblent pas affectées par le type de sol dans lequel elles poussent? C'est à dire, poussent-elles aussi bien dans un sol que dans un autre?
6. Est-ce que le sable joue un rôle important dans la fertilité su sol?
7. Comment pourriez-vous déterminer le pourcentage des autres constituants majeurs du sol?

LES RETOMBEES ATMOSPHERIQUES

Introduction

Toute poussière qui retombe de l'atmosphère peut être appelée "retombée". On associe trop souvent les retombées avec la poussière radioactive produite par les bombes nucléaires essayées dans l'atmosphère. Pourtant, les retombées atmosphériques peuvent être dûes à bien d'autres causes. La fumée des cheminées des grandes usines et de nos maisons, celles des volcans et toutes les poussières transportées par le vent, tout cela constitue les retombées atmosphériques.

Nous considérons la poussière comme indésirable dans l'air; mais des expériences ont montré que les grains de poussière sont un élément essentiel dans la formation des nuages. Des gouttelettes d'eau se forment autour des grains de poussière et engendrent la pluie et les autres formes de précipitation. La beauté du soleil couchant est dûe à la diffraction de la lumière solaire par de très fins grains de poussière.

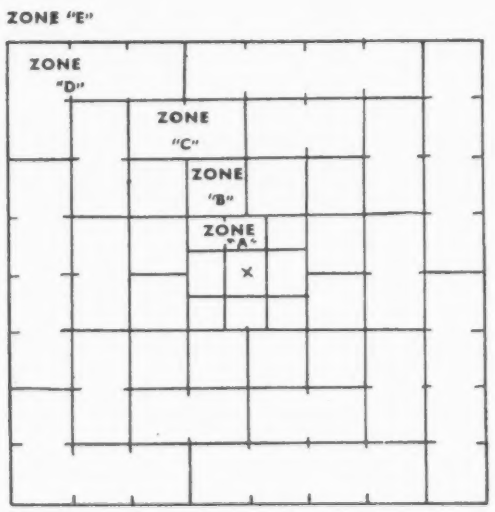
La fumée qui s'échappe des cheminées de nos maisons est constituée principalement de particules de carbone. Ce sont ces particules qui noircissent le fond des casseroles. D'autres passent à côté des casseroles et vont se poser ailleurs dans la pièce. Certaines, que nous ne pouvons pas voir, ne se posent pas pour longtemps. Le feu provoque des courants d'air puissants qui les entrainent haut et loin. Mais il se peut que le poids de la particule détermine la distance qu'elle parcourt. Peut-être pouvons nous démontrer dans la salle de classe la relation entre la taille de la particule et la distance que celle-ci parcourt en utilisant un "volcan" au dichromate d'ammonium. Plus grande sera la taille de la particule, plus courte sera la distance parcourue.

Expérience

Le "volcan" est constitué par une petite tasse soutenue par un solide fil de fer à environ 1 inch au-dessus d'un vaste espace dégagé (sol de terre battue). La tasse est remplie avec 250 g de dichromate d'ammonium $(NH_4)_2Cr_2O_7$. Un morceau de magnésium de 4 cm de long est introduit jusqu'au milieu du dichromate. L'espace autour du volcan est quadrillé comme indiqué à la fig.1.

Figure 1

Tracé du site "volcanique"



Zone "A" 9 carrés de 2" de côté
Zone "B" 12 carrés de 3" de côté
Zone "C" 10 fois 2 carrés de 3" de côté
Zone "D" 7 fois 4 carrés de 3" de côté
Zone "E" espace extérieur au carré

On allume le ruban de magnésium et on attend que le volcan ait fini de brûler. On note la taille des particules et le moment où elles ont été éjectées par rapport au début de l'éruption. Les membres du club de Science, chacun responsable d'une zone, doivent ramasser, compter et peser les cendres dans la zone qui leur a été affectée et noter les résultats sous forme de tableaux. La formule de la réaction est :

$$(NH_4)_2Cr_2O_7 + \text{Heat} \longrightarrow 2\ NH_3 + H_2O + 2CrO_3$$

Résultats

Les résultats sont donnés dans les tableaux ci-dessous:

DONNEES

Poids de $(NH_4)_2Cr_2O_7$ et de la tasse	A.....
Poids de la tasse	B.....
Poids du dichromate d'ammonium	C.....
Poids total des cendres ramassées	D.....
Différence de poids entre C et D	E.....

ZONE A - Carrés de 2 inches de côté

Carré n°	Nombre de particules	Poids des particules	Nb particules / inch^2	Pds prtcles / inch^2	Poids particules
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
Total					

ZONE B - Carrés de 3 inches de côté

Carré n°	Nombre de particules	Poids des particules	Nb particules / inch^2	Poids prtcles / inch^2	Poids Prtcles
10					
11					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Total					

ZONE C - Carrés de 3 inches de côté

Carré n°	Nombre de particules	Poids des particules	Nb particules / inch^2	Poids prtcles / inch^2	Poids Prtcles
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
Total					

ZONE D - Carrés de 3 inches de côté

Carré n°	Nombre de particules	Poids des particules	Nb particules / inch^2	Poids prtcles / inch^2	Poids Prtcles
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
Total					

ZONE E - espace extérieur au carré

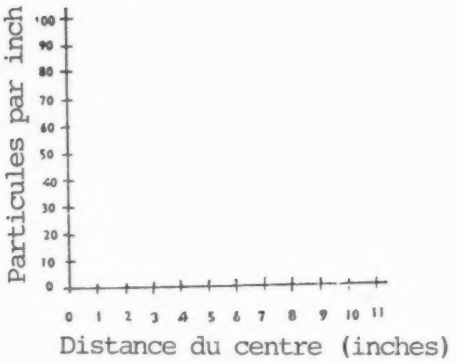
Carré n°	Nombre de particules	Poids des particules	Nb particules / inch^2	Pds prtcles / inch^2	Poids / Prtcles
39					
40					
41					
42					
43					
44					
Total					

Zone	Nb particules / inch^2	Poids partcles / inch^2	Poids / Particules
A			
B			
C			
D			
E			

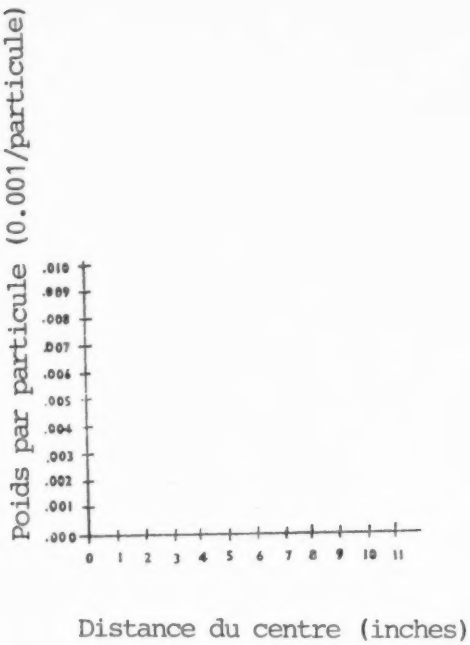
Questions

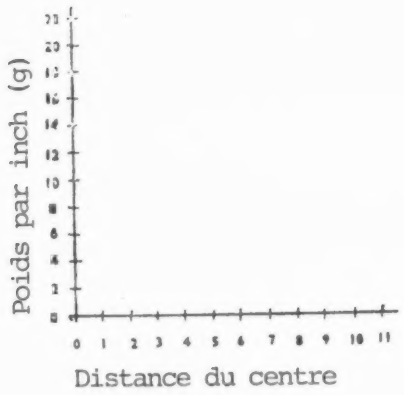
1. Quelle est la quantité de cendres trouvées? A combien vous attendiez-vous? Expliquez la différence.
2. A quel moment ont été éjectées les plus grosses particules - au début de l'éruption ou à la fin? Sont-elles retombées près du centre ou plus loin? Etaient-elles régulièrement distribuées? Expliquez.
3. A quel moment ont été éjectées les plus fines particules? - au début de l'éruption ou à la fin? La plupart d'entre elles sont-elles retombées prés du centre? Expliquez.
4. Est-ce que les particules étaient régulièrement distribuées autour du centre? Si oui, pourquoi? Si non, pourquoi?
5 Est-ce que les résultats confirment l'hypothèse? Dans quelle mesure la confirment-ils ou l'infirment-ils?
6. Y-a-t-il d'autres hypothèses possibles qui puissent mieux expliquer les résultats? Comment pourriez-vous les vérifier?
7. Pouvez-vous détecter des erreurs qui se seraient glissées dans l'expérience? Pourriez-vous les corriger?

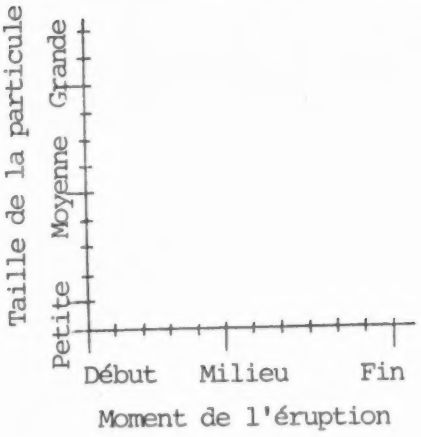
1) Nombre de particules par inch en fonction de la distance à partir du centre



2) Poids des particules en fonction de la distance à partir du centre







2°) Quelques idées de travaux de recherche en chimie

1. Combien de grammes d'eau peuvent être absorbés par 0.05 g de papier buvard, de papier journal et de papier de cahier?

2. Quel est l'effet de la superficie exposée d'une substance sur sa dissolution dans un liquide? Essayez de dissoudre un gros morceau d'une substance quelconque; puis cassez-le en petits morceaux (vous pouvez utiliser du sucre roux).

3. Est-ce que, à température égale, tous les produits chimiques se dissolvent dans la même quantité d'eau?

4. Quel est l'effet de la vitesse d'évaporation sur la formation d'un cristal? Préparez une solution sursaturée de sel. Versez-la dans plusieurs récipients aux goulots de tailles différentes (contrôle de l'évaporation). Faites tremper une ficelle au milieu de la solution saline dans chaque récipient.

5. Quel est l'effet de la température sur la formation des cristaux? Préparez une solution sursaturée de sel de magnésium ou d'aluminium. Versez-en un peu sur un morceau de verre chaud et un peu sur un morceau de verre froid.

6. Pouvez-vous découvrir la température à laquelle cristallisent divers produits chimiques en solution?

7. Quel est l'effet de l'augmentation du courant électrique sur la vitesse à laquelle les molécules d'eau se décomposent pendant une électrolyse? Est-ce-que l'électrolyse a lieu avec un courant alternatif comme avec un courant continu?

8. Pourquoi l'eau de chaux devient-elle laiteuse quand on y mélange du gaz carbonique? Préparez de l'eau de chaux en mélangeant une cuiller à café de chaux avec 500 ml d'eau. Quand la chaux sédimente au fond de la bouteille, filtrez le liquide, puis vissez solidement le couvercle.
Est-ce que l'air qui nous entoure contient du gaz carbonique? Placez une assiette d'eau de chaux sur la table. Attendez, puis observez. Si le gaz carbonique est présent dans l'air, il devrait y avoir de l'écume sur l'eau.

9. Quels sont les liquides et autres produits que vous connaissez qui contiennent du chlore? Mélangez 1 g d'amidon avec 60 ml d'eau. Chauffez le mélange jusqu'à ce qu'il bouille. Faites-y dissoudre une très petite quantité d'iodure de potassium. Trempez-y des bandes de papier filtre ou de papier buvard et faites-les sécher. Ces bandes virent au bleu en présence de chlore.

10. Comment est-ce que les ions de différents métaux affectent la couleur du borax quand il est exposé à une flamme très chaude? Faites une petite boucle au bout d'un fil au nichrome

en l'entourant autour d'un crayon affuté. Fixez l'autre bout du fil dans un morceau de liège. Le liège vous servira de poignée. Chauffez la boucle métallique et trempez-la dans du borax fondu pour former une gouttelette. Effleurez la substance à étudier avec la gouttelette puis chauffez celle-ci dans une flamme très chaude. Vous pouvez utiliser un chalumeau et une lampe à alcool. La couleur de la gouttelette froide comparée à celle de la gouttelette chaude permet de déterminer le métal.

11. Vérifiez la dureté de l'eau dans votre région. Préparez une solution indicatrice: faites dissoudre environ 1 g de savon en flocons dans environ 20 cc d'alcool à brûler. Filtrez la solution. Vérifiez votre échantillon d'eau: remplissez à moitié une carafe d'eau et ajoutez-y environ 10 gouttes de votre solution savonneuse. Couvrez et secouez la carafe. La quantité de mousse indique le degré de dureté de l'eau: une eau très dure fait peu de mousse. Faites aussi l'expérience avec de l'eau distillée et de l'eau de pluie.

12. Quelle sorte de savon ou de détergent donne le plus de mousse? Remplissez des éprouvettes avec divers types de détergents et de savons. Ajoutez quelques gouttes d'huile. Quels sont les détergents et les savons qui se mélangent à l'huile? Ajoutez une part d'eau de chaux pour 2 parts de solution. Secouez l'éprouvette et comparez la quantité de mousse avec celle des autres solutions savonneuses.

13. Déterminez le pH de différents sols autour de votre village. Titrez le sol avec une base ou un acide de force connue. Quelle autre expérience chimique connue peut-on faire sur les sols?

14. Pouvez-vous rassembler les vapeurs d'une flamme de bougie et les transformer en solide? Canalisez les vapeurs de la flamme jusque dans une bouteille froide en utilisant un tube coudé en verre.

15. Quelle est la taille d'une molécule? Faites dissoudre 1 g de permanganate de potassium dans 100 cc d'eau. Cela vous donne une solution à 1/100. La couleur est dûe aux molécules de $KMnO_4$ qui se dispersent dans l'eau. Otez 10 cc de cette

solution et mélangez-les à 90 cc d'eau claire. Vous avez maintenant une solution à 1/1000. Pouvez-vous voir la couleur? Répétez ce que vous venez de faire avec plusieurs autres bouteilles d'eau. Assurez-vous de toujours prendre la solution colorée de la bouteille contenant la solution la plus faible. Pouvez-vous encore voir les molécules quand vous avez dilué la solution à 1/1 000 000 ?

16. Comment peut-on empêcher le fer de rouiller? Si la rouille est dûe à une réaction du fer avec l'oxygène, au cours d'une très lente combustion, pouvez-vous recouvrir des clous avec divers produits afin d'empêcher l'oxygène d'atteindre le fer? Est-ce que le fer peut rouiller en l'absence d'humidité?

18. Pouvez-vous fabriquer votre propre papier photographique et prendre des photos avec? Mélangez du bromure d'argent à de la gélatine et étendez le tout sur un papier fort. Fixez le papier sur un morceau de contre-plaqué et mettez-le au soleil. Placez un objet quelconque, tel qu'une feuille par exemple, sur le papier et recouvrez-le avec un morceau de verre. Pour fixer l'impression après que le papier ait viré au violet foncé, trempez-le dans une solution d'hyposulfite pendant environ 10 minutes.

19. Quels liquides sont des colloïdes? Faites passer un étroit rayon de lumière à travers le liquide à étudier. Si celui-ci est un colloïde, les grosses particules reflètent la lumière et on peut voir le rayon lumineux. Essayez avec des shampooings, des huiles pour cheveux, de l'essence et tout autre liquide.

20. Comment pouvez-vous différencier plusieurs tissus? Faites brûler de petits morceaux de tissu à la flamme d'une lampe à alcool. Observez et notez les caractéristiques de la flamme, l'odeur et les cendres qui restent. On peut concevoir une expérience chimique pour s'en assurer en utilisant une solution d'hydroxyde de sodium puis une solution d'acide chlorhydrique sur chaque petit échantillon.

21. Vous pouvez fabriquer du papier tournesol si vous faites bouillir des rubans de chou rouge que vous laisserez ensuite tremper pendant une demi-heure. Ce liquide peut alors être utilisé comme indicateur. Trempez-y des bandes de papier calque ou de papier buvard et laissez-les sécher.
Essayez de fabriquer d'autres indicateurs en utilisant des myrtilles, diverses fleurs et d'autres végétaux.

22. Quelle relation y-a-t-il entre la distance d'une électrode à l'autre et l'intensité du courant qui passe dans une solution électrolytique?

23. Quel acide est le meilleur conducteur? Est-ce que la conductivité dépend de la concentration en ions H^+ ? Quelle est la solution molaire de NaCl qui offre la meilleure conductivité?

24. Quelle est la concentration des ions H^+ (pH) pour la même solution de H_2SO_4, HCl, HNO_3, acide carbonique et acide oxalique?

B) B I O L O G I E

1°) Exemples de rapports de recherche

EFFET DE L'EXERCICE SUR LE METABOLISME

Introduction

Le métabolisme est la somme de toutes les transformations chimiques qui ont lieu dans le corps humain. Une des composantes majeures de ce processus est la production d'énergie qui a lieu à l'intérieur de chaque cellule. L'oxygène est absorbé par la cellule, puis est utilisé pour produire de l'énergie. Un des produits secondaires de ce processus est la production de CO_2, un déchet qui doit être éliminé du corps. Transporté par les globules rouges du sang jusqu'aux poumons, le CO_2 est éliminé par un processus d'échanges gazeux à l'intérieur de l'Avcoli. Le gaz carbonique se dépose et les globules rouges sanguins ramènent de l'oxygène au reste du corps. Si on active le métabolisme du corps, le CO_2 est produit en plus grande quantité, et sa concentration dans le sang augmente. Cette concentration est détectée par un centre nerveux situé dans le cerveau qui contrôle le rythme respiratoire. Il semble donc normal que celui-ci soit accéléré afin d'apporter davantage d'oxygène aux cellules du corps et éliminer en même temps le surplus de CO_2 produit par le processus respiratoire des cellules.

On observe couramment l'accélération du rythme respiratoire quand un individu effectue un travail de force. De plus, le corps surchauffe; les glandes sudoripares se mettent à fonctionner pour éliminer l'excès de chaleur grâce à un mécanisme de refroidissement par évaporation (refroidissement de la peau et donc des vaisseaux sanguins dilatés qui se trouvent sous celle-ci).

Si, au cours d'exercices vigoureux, il y a effectivement une accélération du rythme métabolique, alors il devrait y avoir également davantage de CO_2 exhalé. D'après nos observations précédentes, il semblerait qu'il en soit ainsi. Cela veut dire que l'on peut prédire qu'un accroissement d'exercice corporel devrait provoquer l'élimination d'une plus grande quantité de CO_2 et l'augmentation de la température de surface (peau), du rythme respiratoire et de l'activité des glandes sudoripares.

Expérience

Les sujets: Les 48 élèves d'une classe de Science (24 garçons et 24 filles), d'âge allant de 14 à 16 ans, ont constitués les sujets d'étude de l'expérience. La moitié des filles comme la moitié des garçons étaient végétariens. Tous étaient apparemment en bonne santé.

Le matériel: Le matériel consistait en 12 flacons identiques de 250 ml et 12 tubes en verre de 20 cm de long et de 3 mm de diamètre intérieur. Une solution à 5% de phtaléine de phénol a été utilisée comme indicateur et l'agent de titrage était une solution à 0.04% de NaOH.

La méthode: Avant que les sujets expérimentaux n'entrent dans la classe, on avait préparé tout le matériel. Dans chaque flacon, on avait versé les produits suivants: 100 ml d'eau (pH vérifié), 5 gouttes de la solution de phénophtaléine et assez de NaOH pour que la solution obtenue vire à un rose léger; on a essayé d'obtenir la même couleur dans tous les flacons.

On avait recommandé aux élèves de prendre leur repas entre 7 heures et 8 heures. Quand ils sont entrés en classe (première heure de cours), on leur a demandé de se reposer pendant un quart-d'heure. Puis on les a divisés au hasard en deux groupes. Chaque groupe comprenait 6 garçons et 6 filles végétariens, 6 garçons et 6 filles non-végétariens. On a soumis aussitôt le groupe 1 à l'expérience.
Celle-ci s'est déroulée ainsi:

On a demandé aux élèves d'exhaler normalement pendant une minute, au moyen du tube coudé, dans le flacon de 250 ml contenant la solution précédemment décrite. Au bout d'une minute, donc, on a retiré les flacons des mains des élèves et on a calculé leur contenu en CO_2 de la manière suivante: on a versé quelques gouttes de NaOH dans la solution légèrement acide (la combinaison du CO_2 et de l'eau donne une solution faible d'acide carbonique); on ajoute assez de gouttes pour rendre à la solution sa couleur originale rose; on compte le nombre de gouttes. Comme on sait qu'une goutte de 0.04% de NaOH équivaut à 10 micromoles de CO_2, on peut en déduire le nombre de micromoles de CO_2.

Puis le groupe 1 effectue 5 minutes d'exercice intense (jogging sur place à 168 pas/minute) et, quand ils ont terminé, on recalcule le CO_2 qu'ils exhalent.

Quant aux élèves du groupe 2, ils doivent faire 5 minutes d'exercice intense aussitôt après les 15 minutes de repos et on calcule le CO_2 exhalé. Puis on les fait se reposer pendant 30 minutes; on considère qu'ils sont en état de repos et on recalcule le CO_2.

Le matin suivant, on répète la même expérience, mais les groupes sont inversés. C'est-à-dire que le groupe 1 fait ce que le groupe 2 a fait le matin précédent et le groupe 2 fait ce que le groupe 1 a fait la veille.

Remarques bien que les résultats tiennent compte du groupe, du sexe du sujet et du fait qu'il est ou non végétarien. Ces données seront combinées si on ne trouve aucune différence entre les deux groupes autres que celles résultant des conditions expérimentales et de contrôle.

Résultats

Les résultats obtenus sont donnés ci-dessous. Ils sont donnés en micromoles de CO_2 produit.

TABLEAU 1

Résultats par sujet

	Sujet	Sexe	Régime	Exercice (micromoles)	Repos (micromoles)	Différence (micromoles)
(GROUPE 1)	1	M	V	161	127	34
	2	M	V	176	126	50
	3	M	V	137	99	38
	4	M	V	145	111	34
	5	M	V	159	120	39
	6	M	V	193	121	72
	7	F	V	129	86	43
	8	F	V	150	114	37
	9	F	V	199	105	95
	10	F	V	168	78	90
	11	F	V	132	87	45
	12	F	V	130	99	31
	13	M	NV	179	133	46
	14	M	NV	181	121	60
	15	M	NV	156	98	58
	16	M	NV	200	111	89
	17	M	NV	190	100	90
	18	M	NV	145	101	44
	19	F	NV	141	102	39
	20	F	NV	154	100	54
	21	F	NV	149	89	60
	22	F	NV	144	95	49
	23	F	NV	140	72	68
	24	F	NV	135	89	46
(GR 2)	25	M	V	149	104	45
	26	M	V	192	117	75
	27	M	V	179	121	58
	28	M	V	177	117	60
	29	M	V	156	109	45
	30	M	V	181	100	81
	31	F	V	121	84	37
	32	F	V	145	95	50
	33	F	V	129	96	33
	34	F	V	131	73	58
	35	F	V	140	77	63
	36	F	V	130	87	43
	37	M	NV	177	127	50
	38	M	NV	145	109	36
	39	M	NV	140	109	31
	40	M	NV	190	121	69
	41	M	NV	171	113	58
	42	M	NV	158	103	55
	43	F	NV	131	87	44
	44	F	NV	154	86	68
	45	F	NV	153	90	63
	46	F	NV	139	99	40
	47	F	NV	138	91	47
	48	F	NV	127	83	44

TABLEAU 2

Moyennes

	Repos	Exercice
Garçon		
Végétarien	114	167
Non-végétarien	112	169
Fille		
Végétarienne	91	142
Non-végétarienne	90	142

TABLEAU 3

Moyennes combinant les résultats des sujets végétariens et non-végétariens

	Repos	Exercice	Différence
Garçon	113	168	55
Fille	90.5	142	51.5

TABLEAU 4

Quantité totale de CO_2 exhalé (en micromoles) par groupe

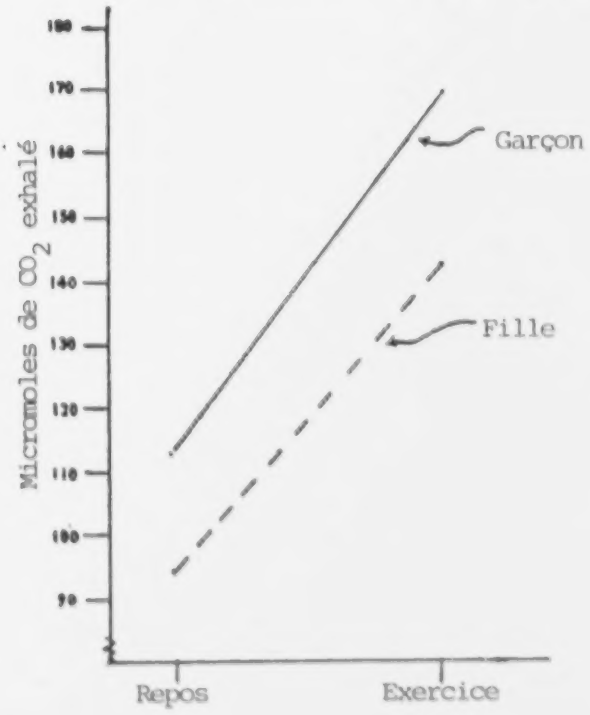
	Repos	Exercice	Différence
Groupe 1	2483	3753	1270
Groupe 2	2399	3653	1254
Différences	84	100	

TABLEAU 5

Moyennes de CO_2 exhalé par individu

	Repos	Exercice	Différence
Groupe 1	103.5	156.5	53.0
Groupe 2	100.0	152.5	52.0
Différences	3.5	4.0	

Graphique du rythme métabolique



Les données brutes du premier jour apparaissent dans le Tableau 1. Le Tableau 2 donne les moyennes au repos et en période d'exercice, pour les deux jours, par individu mâle ou femelle, végétarien ou non. On voit que les résultats sont semblables pour les individus végétariens et ceux qui ne le sont pas. Le Tableau 3 combine les résultats des groupes végétarien et non végétarien et donne les moyennes de la variable indépendante par individu mâle ou femelle.
A la vue de ce tableau, on peut conclure qu'il y a de grandes différences entre les métabolismes mâles et femelles, mais que le taux d'accroissement dû aux conditions expérimentales est assez constant.
Le Tableau 4 donne la somme des données brutes du premier jour pour le groupe 1 et pour le groupe 2. Le Tableau 5 en donne les moyennes. Il est évident que le fait d'appartenir à un groupe ou à un autre n'a pas d'influence sur les résultats.

Discussion

Après examen des données, nous sommes obligés de conclure qu'il n'y pas de différence dans le rythme métabolique entre végétariens et non-végétariens mais qu'il y a une grande différence entre les rythmes métaboliques des individus mâles et femelles. L'action de la variable indépendante est manifeste et constante tout au long de l'expérience et chez tous les individus.

On a également remarqué qu'au cours d'un exercice soutenu, le rythme respiratoire des sujets s'accélérait et culminait à la fin du temps d'exercice. Les sujets transpiraient beaucoup et nous devons en conclure que cela est dû à un accroissement de la chaleur produite par le corps; cette augmentation de chaleur est elle-même dûe à une oxydation accrue, ce qui explique le rythme métabolique accéléré.

Il est donc évident qu'un effort soutenu provoque, à la fois, une augmentation du rythme respiratoire et une augmentation de la quantité de CO_2 éliminé par le corps.

Se pose maintenant la question de savoir de combien il faut accroître l'activité physique pour provoquer une augmentation de la quantité de CO_2 exhalé par unité de temps. Pour résoudre ce problème, on aurait besoin de pousser plus avant l'expérience et d'étudier des types d'exercices différents. De même, quelle est la relation quantitative entre l'accroissement de chaleur et la quantité de sueur produite?

Il semble que le rytme respiratoire soit contrôlé par un senseur quelconque qui enregistre le taux de CO_2 dans le sang et modifie en conséquence l'activité métabolique du corps.

La question qu'on peut se poser maintenant est de savoir si on peut provoquer une augmentation de l'activité métabolique sans faire d'exercice. On remarque le même phénomène quand les gens sont effrayés. C'est-à-dire qu'il y a accroissement du rythme respiratoire et de la transpiration, quoique, sans doute, en quantité inférieure. Cela semblerait indiquer que l'activité métabolique peut effectivement être accrue sans que le moindre exercice entre en jeu et qu'elle est contrôlée également par un agent autre que le taux de CO_2 dans le sang. On peut alors se demander quel serait l'effet, sur l'activité métabolique, d'une augmentation artificielle du rythme respiratoire (peut-être par l'intermédaire d'une hormone).

Pendant cette expérience, on a remarqué que les sujets transpiraient énormément en période d'exercice. Par conséquent, si on augmentait artificiellement la transpiration (c'est-à-dire qu'elle ne serait pas provoquée par un exercice quelconque), est-ce que cela provoquerait un accroissement du rythme métabolique? Si oui, quel serait le mécanisme de contrôle?

Nos résultats nous suggèrent encore une autre expérience. Si on demandait simplement au sujet de respirer plus vite (hyperventilation) sans faire d'exercice, est-ce qu'on pourrait observer, au bout de périodes d'hyperventilation de longeurs variées, une augmentation de la quantité de CO_2 produit? Ces conditions expérimentales permettraient d'accroître le rythme respiratoire sans pour autant augmenter de manière significative l'activité physique et sans introduire d'hormones dans le circuit sanguin : il pourrait être intéressant d'en observer les effets.

Il semblerait donc que nous avons plus d'un centre de contrôle de l'activité métabolique. L'augmentation de cette dernière est indiquée par un syndrome de phénomènes observables

- augmentation de la température corporelle,
- augmentation de la production de CO_2 par unité de temps,
- accroissement de la transpiration,
- accroissement du rytme respiratoire.

On a suggéré que ces quatre mesures soient étudiées indépendamment de l'exercice physique et que leurs effets soient dûment observés.

De même, il serait nécessaire de définir plus clairement la variable "exercice", c'est-à-dire qu'on devrait demander au sujet d'effectuer des exercices d'intensités variées; on devrait alors enregistrer les résultats des mesures du rytme métabolique à chaque fois.

Il est évident aussi qu'on manque d'informations sur les rapports de l'activité métabolique avec certaines variables individuelles telles que l'âge, le poids, la tonicité musculaire et le sexe.

Résumé

On a mené une expérience en vue d'observer l'effet d'un exercice intense sur l'activité métabolique de 24 élèves dont les âges s'étendaient de 14 à 16 ans. Les sujets ont été séparés selon leur régime et leur sexe et les résultats ont été donnés séparément. On a trouvé qu'en période d'activité physique, le CO_2 produit était plus abondant qu'en période de repos. On a également découvert que les garçons ont une activité métabolique plus grande que les filles mais qu'il n'y a aucune différence dûe à un régime végétarien ou non.

On a suggéré que les variables "exercice" et "individu" soient plus clairement cernées et que les indicateurs de l'activité métabolique (transpiration, rhytme respiratoire accrû, production de CO_2 et chaleur corporelle) soient étudiés en dehors de l'état d'exercice.

EFFET DE LA TEMPERATURE SUR LA VITESSE DE DIFFUSION

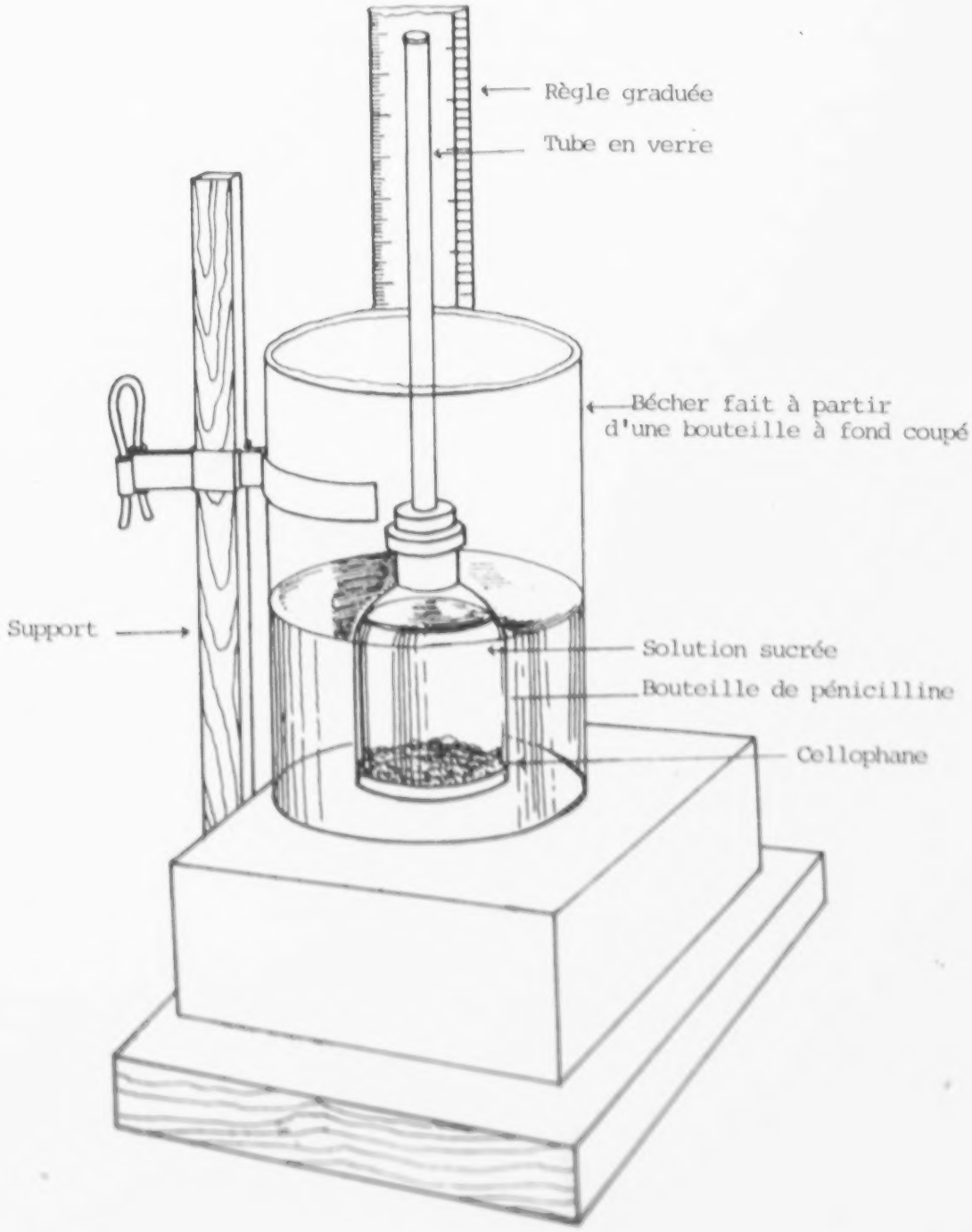
Introduction

Quand on chauffe un liquide, on remarque qu'il a tendance à accroître son taux d'activité. Les courants de convection en sont un exemple. Dans le cas de la diffusion, les particules du solvant et du soluté passent à travers la membrane. Le nombre de particules qui passent à travers dépend du nombre et de la taille des ouvertures dans la membrane. Il se pourrait également qu'il dépende de l'activité de la molécule. S'il en est ainsi, on peut chauffer le liquide et les particules devraient alors passer à un rythme accéléré à travers la membrane.

Expérience

Méthode: Pour vérifier cette hypothèse, on a attaché un papier de cellophane au-dessous d'une bouteille de médicament sans fond. Puis on a rempli cette bouteille d'une solution sucrée. On a fermé le goulot avec un bouchon de caoutchouc à travers lequel passait un tube en verre. On a rempli à peu près le 1/3 de celui-ci avec la solution sucrée. On y a attaché un morceau de papier millimétré afin de pouvoir mesurer le niveau du liquide.

DIFFUSION DES LIQUIDES A TRAVERS UNE MEMBRANE



On a alors placé l'ensemble dans un bécher contenant de l'eau en quantité suffisante pour recouvrir totalement la membrane. Un thermomètre trempé dans l'eau permettait d'enregistrer les températures. Le niveau de la solution sucrée dans le tube en verre étant relevé, l'expérience a commencé. La vitesse de diffusion à température ambiante a été enregistrée; puis on a chauffé l'eau pour relever les vitesses de diffusion à des températures plus élevées. Ces relevés ont été effectués toutes les demi-heures.

Résultats

Les résultats sont donnés ci-dessous :

Essai	Température °C	Première Lecture cm	Deuxième Lecture cm	Différence cm
1	26.0	3	5	2
2	27.5	4	6	2
3	34.5	3	6	3
4	35.0	5	7	2
5	39.5	4	7	3
6	40.5	5	9	4
7	45.5	4	9	5
8	45.0	3	8	5
9	50.5	4	9	6
10	49.0	5	10	5

Temps écoulé entre chaque lecture = 30 mn

Discussion

La vitesse de diffusion croît avec la température et ceci est probablement dû à une augmentation de l'activité des molécules. Il semble qu'un changement donné de température provoque un changement constant du rythme de diffusion. Il serait souhaitable, cependant, que cette étude soit poussée plus avant pour mieux définir cette relation linéaire.

Résumé

On a fait une expérience pour observer la vitesse de mouvement des particules à travers une membrane à des températures variées. On a étudié la diffusion à travers une membrane séparant une solution sucrée et de l'eau en enregistrant la montée du niveau de la solution sucrée en fonction de la température. Il s'est avéré qu'un même changement de température donne des changements constants du rythme de diffusion. Cependant, une étude plus approfondie est nécessaire afin de mieux démontrer ce phénomène.

EFFET D'UN ECLAIRAGE PROLONGE SUR LA CROISSANCE DES PLANTES

Introduction

On observe couramment que la plupart des plantes poussent mieux là où il y a beaucoup de lumière. La raison en est, peut-être, que ces plantes peuvent produire plus de nourriture, grandissent donc davantage et restent en meilleure santé. Il semblerait que la lumière soit nécessaire à la production de nourriture et donc à la photosynthèse.

Si la photosynthèse exige une grande quantité de lumière, alors des variations dans la luminosité provoqueront des variations dans l'activité photosynthétique.

Expérience

Sujets : Nous avons utilisé des feuilles d'Hydrilla.

Matériel : On a fabriqué un appareil qui permettait de capter l'oxygène produit par la photosynthèse (voir dessin). Il consistait en un entonnoir découpé dans le haut d'une bouteille en plastique; un tube à essai recouvrait le haut de l'entonnoir.

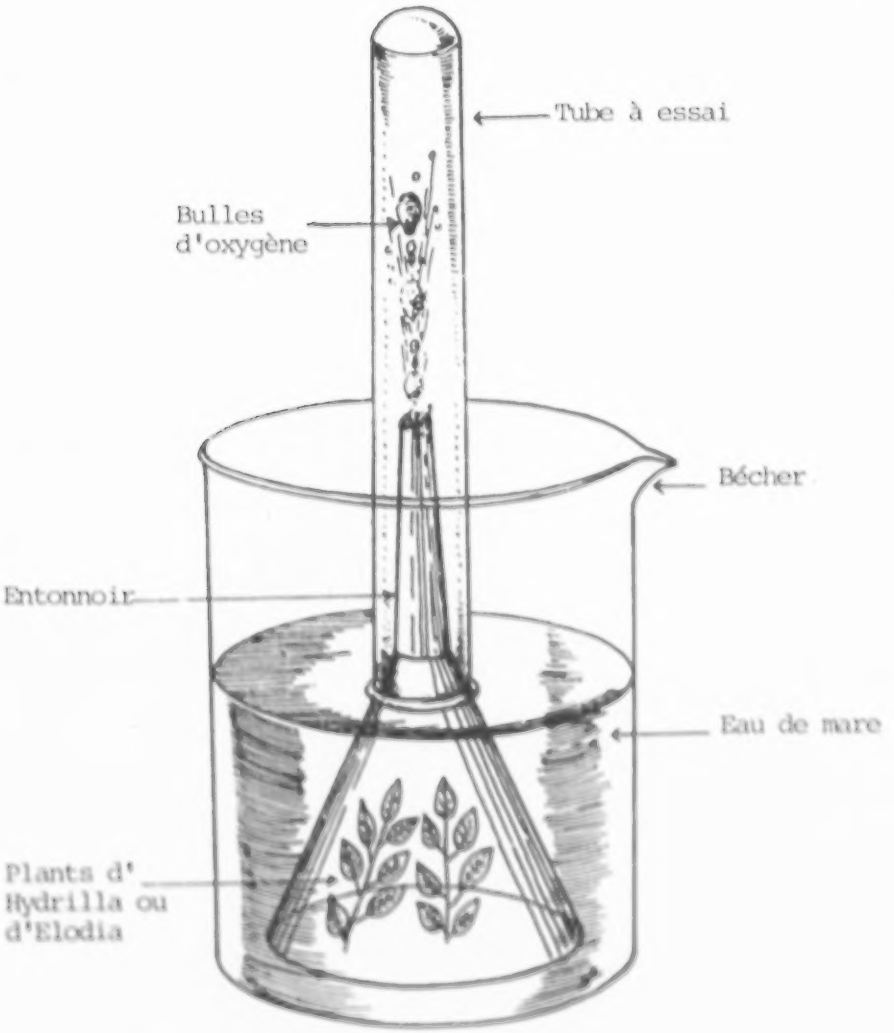
Méthode : Nous avons placé cet ensemble dans un bécher plein d'eau et mis les feuilles d'Hydrilla sous l'entonnoir. Nous avons rempli le tube à essai avec de l'eau; l'oxygène émis par les feuilles faisait baisser le niveau d'eau, offrant un système de mesure tout à fait satisfaisant. Une ampoule électrique de 60 watts placée à 5 cm des feuilles est restée allumée pendant une semaine. Toutes les 24 heures, la quantité d'oxygène produit a été enregistrée. On a aussi vérifié qu'il s'agissait bien d'oxygène grâce à la méthode d'absorption par le pyrogallol alcalin (acide pyrogallique dilué dans de l'alcool).

Résultats

Les résultats sont présentés ci-dessous:

Jour	Nombre d'heures d'exposition	Quantité totale d'O_2 émis	Quantité d'O_2 émis par jour
1	24	11	11
2	48	22	10
3	72	32	11
4	96	42	10
5	120	51	9
6	144	60	9
7	168	67	7

EXPERIENCE DEMONTRANT LA PHOTOSYNTHESE



Les conditions anormales d'une exposition permanente à la lumière semblent avoir eu un effet néfaste sur l'activité photosynthétique.

Questions

1. Que pouvez-vous conclure à la fin de cette expérience ?
2. Y-a-t-il certaines variables qui n'ont pas été contrôllées ? Lesquelles ? Comment pourriez-vous obtenir un meilleur contrôle de cette étude ?
3. De quelle façon pourriez-vous effectuer un meilleur contrôle sur le déroulement de cette expérience ?
4. Est-ce-que l'intensité de la lumière aurait un effet sur l'activité photosynthétique si le temps d'exposition était celui auquel une plante est normalement soumis ?
5. Existe-t-il un temps d'exposition journalier optimal ?

ACTION DU pH SUR L'ACTIVITE ENZYMATIQUE

Introduction

La digestion dans l'estomac a lieu dans un milieu acide à cause de la secrétion d'acide chlorhydrique par l'estomac. Dans la bouche, le milieu n'est ni alcalin, ni acide. C'est là que commence la digestion des amidons grâce à l'enzyme ptyaline.

Si la digestion des amidons par la ptyaline a lieu en milieu acide, alors nous pouvons supposer qu'elle continue une fois que la substance a atteint l'estomac. D'un autre côté si dans un milieu acide, la ptyaline cesse toute activité, alors nous pouvons en déduire que la décomposition des amidons en sucres par la ptyaline est achevée quand la nourriture atteint l'estomac.

Si on change le pH neutre d'une solution d'amidon contenant la ptyaline, il se peut qu'il y ait une différence dans la quantité d'amidons transformée en sucres.

Expérience

Méthode : Trois tubes à essai ont été utilisés; on y a versé 3 à 5 cc de salive dans chacun. Dans un des tubes, on a ajouté une petite quantité d'acide chlorhydrique dilué et dans un autre, un petit peu d'hydroxyde de sodium. On a laissé au troisième tube son pH normal. Puis on a ajouté environ 5 cc d'une solution d'amidon dans chacun des tubes que l'on mit alors à tremper dans de l'eau chauffée à 98.6°F pendant quelques minutes. On a ensuite vérifié leur contenu en amidon au moyen d'une solution de Lugol.

Résultats

Les résultats sont donnés ci-dessous:

Tube à essai	Observation	Déduction
pH normal	presqu'incolore	digestion a lieu
acide chlorhydrique	bleu foncé	pas de digestion
hydroxyde de sodium	bleu foncé	pas de digestion

Discussion

Il semble bien que lorsque la ptyaline se trouve en milieu acide ou alcalin, elle cesse son activité digestive. Cependant, les valeurs du pH des solutions n'ont pas été déterminées et il se peut que dans des conditions moins acides ou moins alcalines, la digestion ait quand même lieu. On pourrait poursuivre l'expérience pour affiner cette recherche.

ACTION DE LA TEMPERATURE SUR LA DIGESTION DE L'AMIDON

Introduction

La ptyaline est une enzyme que l'on trouve dans la salive de la plupart des êtres humains. Sa fonction est de digérer l'amidon. Dans quelles conditions accomplit-elle le mieux sa fonction? Quel est l'effet de la température sur la digestion de l'amidon? On pense qu'il existe une température optimale pour le bon fonctionnement des enzymes; cela doit donc être vrai pour la ptyaline aussi. Si la température du corps est la température optimale pour que la ptyaline transforme l'amidon en sucre, un abaissement ou un accroissement de température devraient provoquer un ralentissement de l'activité de conversion.

Expérience

On a eu besoin de quatre solutions. La première a été obtenue en rinçant d'abord la bouche puis en machant un peu de cire de paraffine pour stimuler la sécrétion. On a alors dilué la salive avec de l'eau distillée jusqu'à ce qu'on obtienne une solution à 10%. La solution d'amidon a été faite en ajoutant 50 g d'amidon à 200 ml d'eau distillée chaude. Les réactifs étaient une solution de Benedict que l'on s'est procurée à la pharmacie et une solution de Lugol.

Dans 10 tubes à essai, on a versé 10 ml de la solution d'amidon.

Dans cinq d'entre eux, on a ajouté un peu de solution salivaire. Nous avions ainsi deux groupes de tubes à essai : cinq avec de la salive, cinq sans salive.

Un des tubes de chaque groupe a immédiatement été posé sur de la glace. Deux tubes ont été conservés à température ambiante; deux autres ont été mis dans un bain d'eau à une température constante de 38°C; deux autres ont été mis dans un bain d'eau à une température constante de 58°C; les deux derniers ont été mis à bouillir dans de l'eau à 100°C.

Toutes les dix minutes, on a prélevé deux échantillons à partir de chaque tube. Dans l'un, on vérifiait la présence d'amidon; dans l'autre, celle de sucre.

Résultats

Les résultats sont donnés ci-dessous :

A. Test de présence de l'amidon

Type de solution	Temps écoulé (mn)	Echantillon à 100°	Echant. à 58°	Echant. à 38°	Echant. à t° ambiante	Echant. à 0°
Enzyme	10	Bleu foncé	Bl.foncé	Bleu clair	Bl.clair	Bl.foncé
"	20	"	"	"	"	"
"	30	"	"	Bl.trés cl.	"	"
"	40	"	"	"	"	"
"	50	"	"	Bl.trés pâle	"	"
"	60	"	"	Presque incolore	Violet clair	"
Pas d'enzyme	10	Bleu foncé	Bl.foncé	Bleu pâle	Bl.foncé	Bl.foncé
"	20	"	"	"	"	"
"	30	"	"	"	"	"
"	40	"	"	"	"	"
"	50	"	"	"	"	"
"	60	"	"	"	"	"

B. Test de présence du sucre

Type de solution	Temps écoulé (mn)	Echantillon à 100°	Echant. à 50°	Echant. à 30°	Echant. à 1° ambiante	Echant. à 0°
Enzyme	10	Vert pâle	Verdâtre	Jaunâtre	Vert pâle	Bleu pâle
"	20	Verdâtre	"	Jaune orangé	Verdâtre	"
"	30	"	"	Brun-rouge	"	"
"	40	"	Jaunâtre	"	Jaune	"
"	50	Jaunâtre	"	"	"	"
"	60	"	"	"	"	"
Pas d' enzyme	10	Vert pâle	Bleu foncé	Bleu pâle	Bleu pâle	Bleu pâle
"	20	Verdâtre	Vert pâle	"	"	"
"	30	"	"	Vert pâle	"	"
"	40	"	"	"	"	"
"	50	Jaunâtre	"	"	"	"
"	60	"	"	"	"	"

Questions

1. Quelles conclusions pouvons-nous tirer de ces résultats?
2. Pourquoi est-ce que le test révèle la présence de sucre dans la solution qui ne contient pas d'enzyme?
3. Est-ce que nous devons utiliser des quantités égales de solution de Benedict, d'amidon et de solution salivaire dans toutes les manipulations ci-dessus?
4. Expliquez votre réponse.
5. Est-ce que toutes les variables ont été contrôlées?
6. Quand on fait bouillir une enzyme, que lui arrive-t-il?
7. Après qu'on ait élevé la température d'une enzyme et qu'on l'ait laissée refroidir, est-elle aussi active qu'une autre qui n'a pas été chauffée? Comment pourriez-vous le vérifier? Comment contrôleriez-vous l'expérience?
8. Au cours de l'expérience que vous venez de réaliser, y avait-il des groupes témoins laissés de côté? Expliquez votre réponse. Comment pourriez-vous éviter cela?
9. Quel résultat obtenez-vous quand vous faites bouillir la solution d'amidon seule?
10. Faites une analyse détaillée de l'expérience sur la digestion que vous venez de réaliser. Quelles sont vos conclusions? Pouvez-vous en tirer une loi générale?
11. Comment feriez-vous pour vérifier l'hypothèse que si on augmente le temps de digestion, on obtient une quantité de sucre plus importante? Faites une description détaillée de votre expérience.

LES COTYLEDONS

Introduction

Une jeune plante développe tout d'abord un cotylédon. Quelque temps aprés, le cotylédon se racornit et meurt. Il contenait des matières nutritives et d'autres encore essentielles à la croissance de la jeune plante. A quel moment est-ce-que la plante verte devient indépendante de son cotylédon?

Expérience

Quatorze poignées de 20 graines de haricot ont été pesées. Une première poignée de graines a trempé toute la nuit dans de l'eau; on l'a plantée au matin. Ce soir-là, une seconde poignée de graines a été laissée dans l'eau toute la nuit et a été plantée le lendemain matin. On a répété ce manège jusqu'à ce que toutes les poignées de graines aient été plantées.

Le matin suivant la dernière plantation, toutes les graines ont été ramassées, poignée par poignée, lavées de tout grain de terre qui s'y collait encore et pesées immédiatement. On a appelé ce résultat le "Poids frais total". On a alors divisé les poignées de graines en deux groupes. Les cotylédons du premier groupe ont été sectionnés et pesés (chaque poignée indépendamment des autres); ce résultat apparait dans la colonne: "Poids frais des cotylédons". Le deuxième groupe fut exposé au soleil pour en faire évaporer toute l'eau. Quand les graines ont été sèches, chaque poignée fut pesée afin d'en connaître le poids sec. Puis on a coupé les cotylédons secs et on les a pesés. Les résultats donnent le poids moyen de chaque poignée de graines.

Résultats

Poignée	Poids total frais moyen	Poids frais moyen des cotylédons	Poids total sec moyen	Poids sec moyen des cotylédons
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				

Questions

Reportez chacune des informations suivantes sur du papier millimétré en fonction de l'âge de la poignée de graines: poids total frais moyen, poids frais moyen des cotylédons, poids total sec moyen, poids sec moyen des cotylédons. Vous donnerez l'âge relatif de chaque poignée en commençant par la dernière poignée. Pouvez-vous déduire du graphique obtenu l'âge où la jeune plante s'individualise de son cotylédon et commence à vivre de sa propre activité photosynthétique?

ACTION DE LA LONGUEUR D'ONDE SUR LA PHOTOSYNTHESE

Introduction

La photosynthèse a lieu à la lumière solaire. La lumière solaire -ou lumière blanche- est composée de lumières aux longueurs d'ondes très différentes.

Si le spectre d'absorption de la chlorophylle peut servir d'indicateur des longueurs d'onde qui sont nécessaires à la photosynthèse, alors la lumière rouge et la lumière violette produiront plus d'amidon dans une feuille que d'autres couleurs.

Expérience

Méthode: Nous avons choisi, sur la même plante, quelques feuilles aux caractéristiques à peu près semblables. Nous avons rempli des béchers avec des liquides aux couleurs variées: rouge, vert, bleu, jaune, orange et violet. Après avoir vérifié que tous les liquides avaient la même intensité et atteignaient tous le même niveau dans leurs béchers, nous avons placé une feuille sous chaque bécher de telle sorte qu'aucune lumière ne pouvait atteindre la feuille sauf celle qui passait à travers le liquide coloré du bécher.

Tous les béchers, avec les feuilles en-dessous, furent placés à peu prés au même endroit au soleil. Enfin, nous y avons placé une dernière feuille sous un bécher rempli d'eau suffisamment trouble pour que la lumière solaire éclairant la feuille ait à peu près la même intensité que celle atteignant les autres feuilles.

Au bout d'une journée en plein soleil, nous avons mesuré le contenu en amidon de chaque feuille.

Questions

1. Est-ce que toutes les variables ont été contrôlées?
2. Quel effet cela pourrait-il avoir sur les résultats si la variable "intensité" n'était pas contrôlée?
3. Comment peut-on extraire la chlorophylle et étudier son spectre d'absorption?

4. Identifiez la variable dépendante, la variable indépendante et le témoin dans cette expérience.
5. Vous n'utilisez qu'une feuille pour chaque bécher; vous attendez-vous à ce que les résultats soient précis?
6. Comment pourriez-vous vérifier le contenu en amidon des feuilles avant qu'elles ne soient exposées aux conditions expérimentales? Est-ce important?
7. Qu'auraient été les résultats, à votre avis, si l'expérience avait eu lieu avec des feuilles laissées sur la plante vivante?
8. Est-ce que les conditions ci-dessus auraient affecté vos résultats?
9. Quelle expérience vous suggère ceci?

§°) Quelques idées de travaux de recherche en biologie

1. Quels aliments contiennent des graisses?
Ecrasez des morceaux de nourriture et mettez-en un peu au fond d'un tube à essai. Recouvrez avec quelques gouttes de tétrachlorure de carbone. Laissez agir environ 10 mn. Versez quelques gouttes de ce mélange sur un morceau de papier blanc. Quand le tétrachlorure de carbone s'est évaporé, examinez le papier. Si l'aliment contient des graisses, il doit y avoir une tâche graisseuse transparente sur le papier. Prenez garde, les vapeurs de tétrachlorure de carbone sont dangereuses à respirer.

2. Quelle est l'influence du gaz carbonique sur la croissance des plantes? Est-ce que les plantes vivraient dans une atmosphère contenant seulement du gaz carbonique? Et dans une atmosphère sans gaz carbonique du tout?

3. Quelle est l'influence de l'oxygène sur la croissance des plantes? Une plante peut-elle vivre dans de l'oxygène pur? Et sans oxygène du tout?

4. Quelle est la couleur de lumière qui favorise la meilleure croissance des plantes? Couvrez quelques feuilles avec du papier cellophane d'une certaine couleur, quelques autres avec de la cellophane d'une autre couleur, etc... et calculez le contenu en amidon.

5. Quels sont les organismes dans l'eau qui cherchent la lumière? qui l'évitent? Couvrez les 3/4 d'une bouteille au goulot étroit avec du papier noir. Laissez-la deux jours sous une lumière modérée. Etudiez au microscope la partie éclairée et la partie non-éclairée.

6. Est-ce qu'on trouve des bactéries dans l'air? dans le sol? dans l'eau? sur les animaux? sur vous-même? Vérifiez en faisant des cultures de bactéries sur des tranches de pomme de terre: laissez une tranche à l'air

pendant une heure; placez ou frottez-en d'autres dans les différents milieux. Couvrez. Etudiez-les au bout de deux jours.

7. Quelles sont les graines qui poussent le plus vite? Tapissez l'intérieur d'un verre ou d'un flacon avec plusieurs épaisseurs de journaux. Placez différentes espèces de graines entre le verre et le papier. Remplissez d'eau à moitié. Observez la germination des graines.

8. Quelle est la vitesse de croissance des racines et où se trouve la partie de la racine qui croît? Faites des marques sur une jeune racine avec de l'encre de Chine et conservez-la humide. Chaque jour faites vos observations.

9. Comment pousse une jeune feuille? Avec de l'encre de Chine, dessinez une grille sur l'une des faces d'une jeune feuille. Observez sa croissance pendant plusieurs jours.

10. Combien de temps faut-il à un moustique pour digérer le sang? Vous pouvez voir la couleur rouge du sang à travers l'abdomen dilaté d'un moustique bien nourri.

11. Dans quel ordre avancent les pattes de divers types d'insectes? Comment l'insecte modifie-t-il son mouvement habituel de marche quand on lui enlève une patte ou plus?

12. Comment est-ce que les fourmis savent reconnaître le chemin emprunté par d'autres fourmis? Est-ce qu'elles se souviennent du chemin parcouru ou bien s'orientent-elles à la lumière? Reconnaissent-elles le chemin à l'odeur? Essayez de détruire et de reformer des chemins avec de l'acide formique.

13. Quels sont les insectes qui ont le pouvoir de se débarrasser de certaines parties de leur corps? Lesquels sont capables de regénérer ces parties manquantes? Est-ce que la regénération des pattes n'a lieu que chez les jeunes insectes ou bien est-ce que les adultes en sont capables aussi?

14. Est-ce que les graines digèrent l'amidon? Ecrasez des graines de haricots et vérifiez leur contenu en amidon et en sucre. Placez d'autres graines de haricots sur un buvard humide jusqu'à ce qu'elles germent. Calculez leur contenu en sucre et en amidon.

15. Quelle est la vitesse de coagulation du sang de divers animaux? Comparez-la à celle de l'homme. Pour calculer la vitesse de sédimentation, chauffez un morceau de tube en verre. Etirez les deux bouts jusqu'à les casser. Vous obtenez une certaine longueur d'un tube trés fin. Stérilisez le bout de votre doigt avec de l'alcool. Piquez le avec une aiguille. Placez le tube en verre au-dessus de la goutte de sang. Celle-ci va être happée par le tube.

Examinez une petite partie du tube toutes les 15 secondes. Quand vous verrez de très fins filaments se former, cela voudra dire que la coagulation a commencé.

16. Quel est le rythme cardiaque moyen des élèves de votre classe? Est-ce-que ce rythme varie avec l'âge? Quel est l'effet, sur le rythme cardiaque, de diverses intensités d'activité physique? Quel est le rythme cardiaque moyen de divers animaux?

17. Repérez les valves de vos veines. Ouvrez et fermez fort votre poing pendant plusieurs minutes pour faire ressortir les veines de votre bras. Partant de votre coude, suivez la veine avec un doigt jusqu'au poignet. Vous forcez ainsi le sang à s'écouler de la veine. La veine sera vidée depuis votre doigt jusqu'à la valve.

18. Toutes les autres variables étant contrôlées, comment progresse la digestion de diverses substances?

19. Quel est l'effet d'une augmentation de la température sur la respiration d'un cafard?

20. Quel est le spectre d'absorption de la chlorophylle?

21. Qu'est-ce que c'est que la fatigue musculaire? Comment pouvez-vous la démontrer?

22. Quel est l'effet de l'accroissement du voltage sur les réactions du muscle de la patte d'une grenouille?

23. Qu'est-ce qui se passe quand on augmente le temps de stimulation du muscle de la patte d'une grenouille?

24. Est-ce que des états de fatigue répétés affectent le temps de récupération du muscle de la patte d'une grenouille?

25. Quels sont les effets de l'adrénaline et de l'acétylcholine sur le rythme cardiaque d'une grenouille?

26. Que sont les pigments sur une feuille? En quoi la qualité du sol affecte-t-elle la présence de ces pigments?

27. Qu'est-ce qu'un réflexe? Dans quelles conditions peut-on observer un réflexe chez une grenouille? Comment ces conditions nous amènent-elles à comprendre la physiologie d'un "arc réflexe" ?

28. Quelle est la taille des pores dans une membrane plastique?

29. Si on empêche beaucoup de feuilles d'une plante de fabriquer de la nourriture, et bien que ces feuilles soient encore attachées à la plante, est-ce que celle-ci va rester saine? Que va-t-il arriver à ces feuilles qui sont privées de lumière solaire?

30. Est-ce que la pression osmotique d'une solution croît avec la température?

31. Quelles différences y-a-t-il entre le changement de pression osmotique dû à une variation de température et celui dû à des différences de concentration de la solution?

32. Est-ce que l'activité d'une enzyme croît avec la température?

33. Quel est l'effet des variations d'intensité lumineuse sur la transpiration?

34. Quel effet a la température ambiante sur le métabolisme de l'homme?

35. Quelle est l'action de la levure dans la fermentation?

C) P H Y S I Q U E

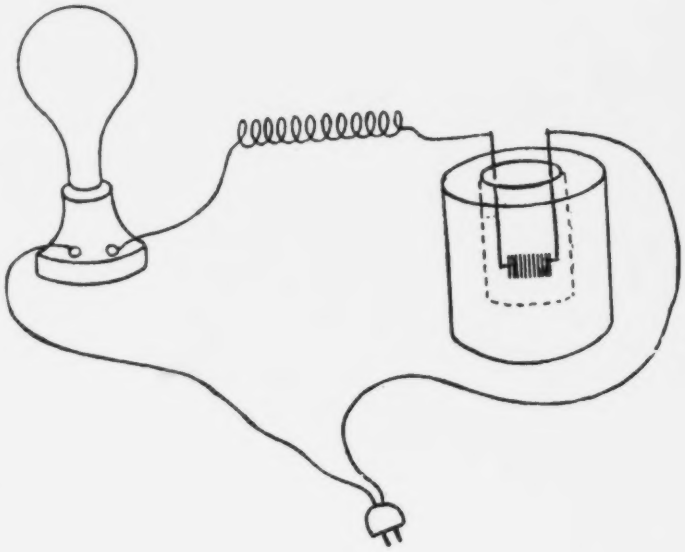
1°) Exemples de rapports de recherche

PRODUCTION DE CHALEUR DANS LES RESISTANCES ELECTRIQUES

Introduction

On observe couramment qu'un conducteur électrique devient chaud quand le courant passe. On sait aussi que les radiateurs électriques ont des conducteurs de haute résistance électrique et qu'il semble y avoir production de chaleur tant que le courant passe. Il se pourrait que la production de chaleur par un courant électrique soit fonction de la résistance du conducteur d'une part et du temps de passage du courant d'autre part.

Appareil pour mesurer la chaleur produite par les résistances électriques



Expérience

Appareil : Celui-ci consiste en un calorimètre, une ampoule de 50 watts et un fil au nichrome de calibre 40.
Méthode : On monte en série, avec un fil de cuivre, l'ampoule et deux longueurs de fil au nichrome, l'une de 3 pieds, isolé, l'autre de 1 pied, à nu. La partie à nu du fil au nichrome est placée dans un calorimètre avec 100 ml d'alcool éthylique (chaleur spécifique : 0.65). On remue l'alcool jusqu'au moment où on estime que la température a atteint une valeur d'équilibre. On fait alors passer le courant tout en continuant à agiter doucement l'alcool. Les relevés de température sont faits à intervalles de 2 minutes pendant 10 minutes. On répète l'expérience avec des longueurs de fil au nichrome de 2, 3 et 4 pieds, à nu, dans le calorimètre.

Afin de garder constante la résistance (l'intensité du courant en ampères restant donc la même), quand nous avons utilisé les 2 pieds de nichrome à nu dans le calorimètre, nous avons remplacé la longueur isolée de 3 pieds en-dehors du calorimètre, par une longueur de 2 pieds. De même, quand les 9 inches de fil à nu étaient dans le calorimètre, il n'y avait qu'un pied de fil isolé à l'extérieur. Il n'y avait plus de fil isolé quand la longueur de 5 pieds était dans le calorimètre.

Résultats

Ils sont donnés ci-dessous :

TABLEAU 1

Température de l'alcool

Longueur du fil	0 minute	2 minutes	4 minutes	6 minutes	8 minutes	10 minutes
1 pied	24°	25.5°	26.5°	28°	30°	32°
2 -	26°	29°	31.5°	34.5°	38°	40°
3 -	25°	29°	33°	38°	42.5°	47°
4 -	24°	29°	35°	41.5°	48°	54°

TABLEAU 2

Changement de température

Longueur du fil	2 minutes	4 minutes	6 minutes	8 minutes	10 minutes
1 pied	1.5°	2.5°	4°	6°	8°
2 -	3°	5.5°	8.5°	12°	14°
3 -	4°	8°	13°	17.5°	22°
4 -	5°	11°	17.5°	24°	30°

TABLEAU 3

Changement de T° pour un fil d'argent allemand de calibre 40

Temps Résistance	2 minutes	4 minutes	8 minutes
1 pied	0.5°	1°	2°
3 pieds	1°	2°	5°

Discussion

Les résultats donnés dans le Tableau 1 sont simplement ceux des relevés de température effectués toutes les 2 minutes. Le Tableau 2 donne les variations de température entre deux relevés.

Si nous faisons le graphique de la variation de température en fonction du temps (Graphique 1), nous nous apercevons qu'il y a une relation constante entre le temps et la température pour chaque résistance : C = kT où C est la variation de t°, T est le temps et k est une constante. Puisque les variations de température de l'alcool sont directement proportionnelles à la chaleur gagnée par l'alcool (qui est égale à celle libérée par la résistance), alors la quantité de chaleur libérée par la résistance est directement proportionnelle au temps pendant lequel passe le courant, le voltage, la résistance et l'ampérage étant constants. C'est-à-dire que tous les autres facteurs étant constants, H = kT (où H est la chaleur produite, T est le temps et k est une constante). Si nous faisons le graphique de la variation de température en fonction de la résistance (Graphique 2), nous découvrons une relation constante entre la variation de température et la résistance pour chaque intervalle de temps (puisque la résistance du fil est proportionnelle à sa longueur). Ceci ne serait faux que si la variation de température était en réalité fonction de la surface exposée plutôt que de la résistance du fil. C'est pourquoi nous avons fait une expérience de contrôle. Nous avons utilisé du fil d'argent allemand (calibre 40), qui a une résistance égale à 2/7 de celle du fil de nichrome pour la même surface à nu, avec des longueurs de résistance de 1 pied et 3 pieds. Les relevés de température ont été faits à 2 minutes, 4 minutes et 8 minutes. Dans chaque situation, la variation de température était égale à 2/7 de celle du fil de nichrome en situation correspondante (voir Tableau 3). Par conséquent, elle n'est pas une fonction de la surface de fil à nu mais varie bien en proportion directe avec la résistance, comme le montre le Graphique 2. Puisque la variation de température est directement proportionnelle à la chaleur gagnée par l'alcool (qui est égale à la chaleur perdue par le fil), alors la quantité de chaleur libérée par le fil est directement proportionnelle à la résistance du fil (H = kR où H est la chaleur, R la résistance et k une constante).

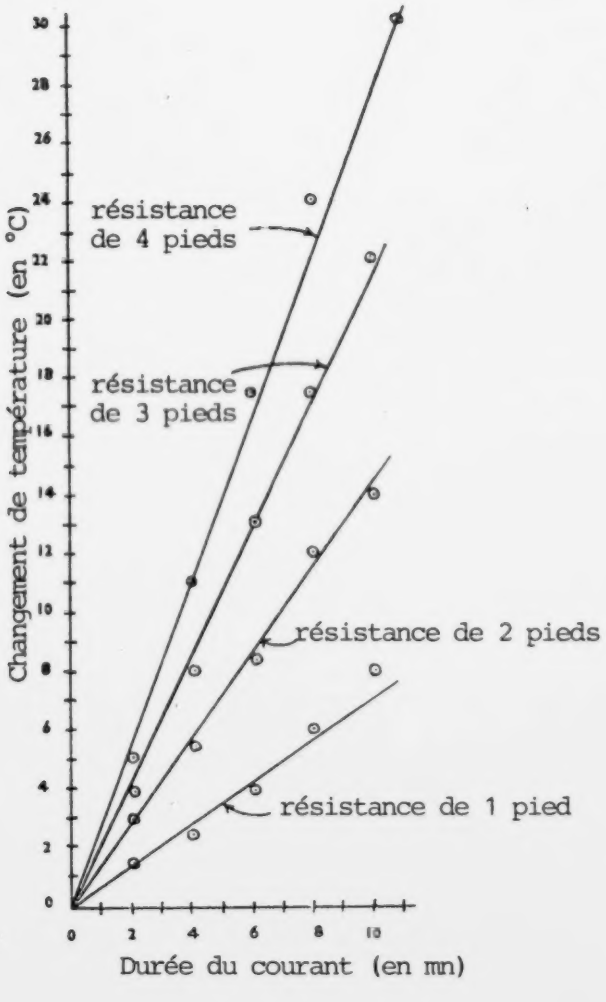
Il est nécessaire de noter ici que l'ampérage était maintenu constant par une réduction de la résistance, en dehors du calorimètre, égale à l'augmentation de celle-ci à l'intérieur du calorimètre.

Comme sources d'erreurs possibles, on peut dénoncer la perte de chaleur dans le calorimètre, l'inexactitude possible du thermomètre et des erreurs de lecture des températures.

L'expérience a été effectuée dans des conditions d'ampérage et de voltage constantes; il se peut que l'un ou l'autre de ces facteurs ait aussi son influence sur la chaleur qui se dégage d'un conducteur.

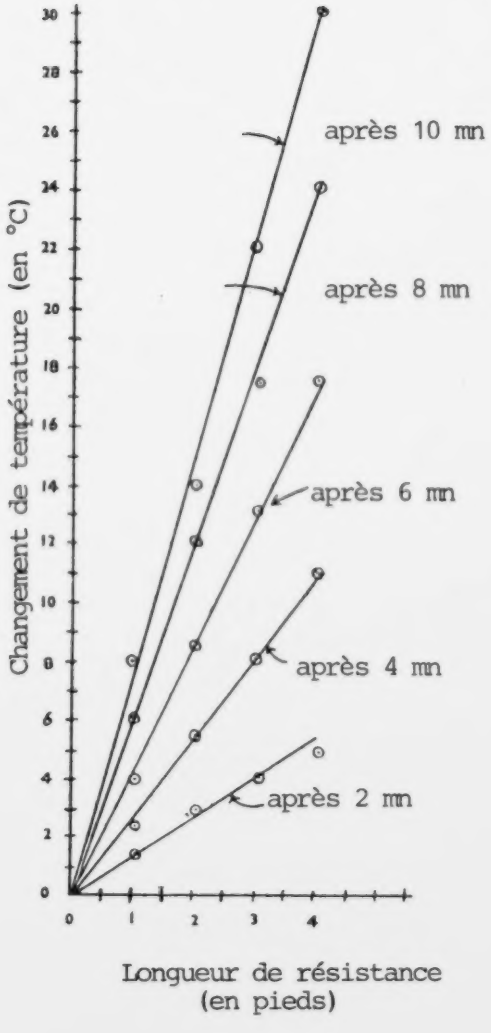
GRAPHIQUE 1

Variation de la température en fonction du temps



GRAPHIQUE 2

Variation de la température en fonction de la résistance



Résumé

Nous avons effectué une expérience pour savoir si la quantité de chaleur produite par un conducteur est une fonction de la résistance du conducteur et du temps de passage du courant. Nous avons utilisé du fil au nichrome et avons trouvé que la quantité de chaleur produite était directement proportionnelle à chacun de ces facteurs. Afin d'établir la validité de la relation entre la résistance et la chaleur produite, on a montré que celle-ci n'était pas fonction de la surface à nu du conducteur.

INTENSITE DE LA LUMIERE REFLECHIE

Introduction

C'est un phénomène d'optique bien connu que si un rayon lumineux est réfléchi par une surface transparente, le rayon réfléchi ne sera pas aussi intense que le rayon incident. La raison en est qu'une partie de la lumière est réfractée par la surface en question. On s'est aussi aperçu qu'un observateur ne voit que peu ou pas du tout de lumière réfléchie quand le rayon incident est perpendiculaire à la surface, mais qu'il peut en voir davantage si le rayon frappe la surface obliquement.

Peut-être la quantité de lumière réfléchie dépend-elle de l'angle d'incidence du rayon lumineux? Plus précisément, si l'angle d'incidence d'un rayon lumineux réfléchi par une surface de verre lisse varie, alors la quantité de lumière réfléchie par cette surface variera aussi.

Expérience

Appareil : L'appareil utilisé pour mesurer l'intensité lumineuse relative était ainsi constitué: deux ampoules neuves de 100 watts furent placées dans des boites fermées dont l'intérieur avait été recouvert de peinture noire mate. Un trou de 1 mm de diamètre, percé dans chaque boite, laissait s'en échapper un rayon lumineux. On a versé une goutte d'huile de cuisine sur une feuille de papier blanc tenu ensuite verticalement. Puis on a centré les deux rayons lumineux sur la tâche graisseuse, de chaque côté de l'écran en papier. Quand on a estimé que celle-ci avait disparu (après que l'on ait placé les sources lumineuses à distance convenable), on en a déduit que l'écran recevait une illumination identique en provenance des deux sources. Si la distance de la source lumineuse A à l'écran est S_1 et la distance de la source lumineuse B à l'écran est S_2, et si on voit disparaître la tâche de graisse, alors l'intensité relative de la source lumineuse B à la source lumineuse A est

$$\frac{(S_2)^2}{(S_1)^2}$$

L'instrument utilisé était donc formé de deux sources lumineuses, d'un écran avec une tâche graisseuse et d'une plaque de verre à surface lisse.

Méthode : L'expérience se fait dans une pièce sombre. Une source lumineuse est placée à 20 cm du point de réflexion et selon un angle de 10° par rapport à la perpendiculaire à ce point. L'écran en papier est placé également à 20 cm du point de réflexion de telle sorte qu'il intercèpte le rayon réfléchi. De l'autre côté de l'écran, on place la seconde source lumineuse à une distance convenable pour que la tâche graisseuse devienne invisible. On mesure cette distance (depuis l'écran jusqu'à la source lumineuse). On effectue cette expérience trois fois pour chacun des angles suivants: 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, et 80°.

Résultats

Ils sont donnés ci-dessous:

Angle	Distance S_1	Distance S_2				$\frac{(S_2)^2}{(S_1)^2}$	$4 \times \frac{(S_2)^2}{(S_1)^2}$
		Relevé1	Relevé2	Relevé3	Moyenne		
10°	20 cm	1.9 cm	2.1 cm	2.1 cm	2.0 cm	1.00 %	4.00 %
20°	20	2.2	2.1	2.3	2.2	1.20 %	4.80 %
30°	20	2.3	2.2	2.3	2.3	1.32 %	5.28 %
40°	20	2.4	2.2	2.1	2.2	1.20 %	4.80 %
50°	20	2.7	2.5	2.7	2.6	1.69 %	6.76 %
60°	20	3.4	3.1	3.2	3.2	2.56 %	10.24 %
70°	20	4.3	4.4	4.5	4.4	4.84 %	19.36 %
80°	20	6.4	6.6	6.4	6.5	10.56 %	42.24 %

Discussion

Puisque l'intensité de la lumière sur une surface est inversement proportionnelle au carré de la distance entre la source lumineuse et la surface, alors, quand deux sources lumineuses A et B (à des distances respectives S_1 et S_2)

éclairent avec la même intensité une surface, la relation de l'intensité de la source B par rapport à la source A est donnée par la formule

$$\frac{(S_2)^2}{(S_1)^2}$$

L'intensité relative de la lumière réfléchie, à son point d'interception par l'écran, par rapport à la lumière incidente, au point d'incidence, est

$$\frac{(S_2)^2}{(S_1)^2}$$

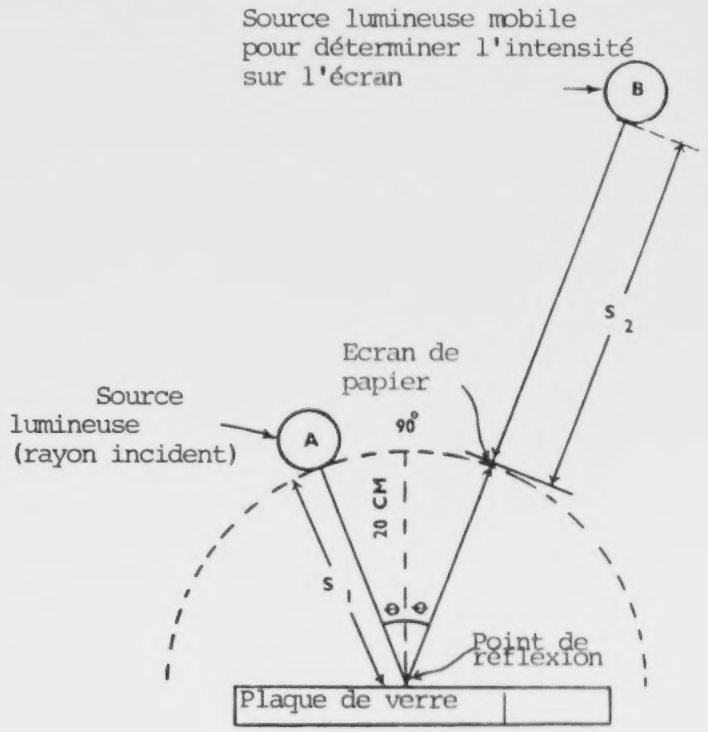
Mais puisque la lumière, à partir de la source du rayon incident,

parcourt deux fois plus de trajet pour atteindre l'écran que pour frapper la surface réfléchissante, cela veut dire qu'au point de réflexion, l'intensité du rayon réfléchi est 4 fois celle du rayon réfléchi à l'écran. Par conséquent, le pourcentage du rayon incident qui est réfléchi par le verre au point de rélexion est donné par la formule

$$4\frac{(S_2)^2}{(S_1)^2}$$

Quand on a fait le graphique du pourcentage de lumière réfléchie par rapport à l'angle d'incidence, on a découvert que pour des angles de 50° et au-dessus, le pourcentage de lumière réfléchie augmentait plus rapidement quand on augmentait l'angle d'incidence.

Parmi les sources d'erreurs éventuelles, la possibilité que les deux sources lumineuses n'aient pas été d'égale intensité doit être envisagée. Il faut compter aussi avec une appréciation subjective du moment exact où la tâche de graisse disparaissait. Les mesures de distance ont été arrondies au millimètre près, ce qui donne des erreurs possibles de 0.5 mm au maximum.



Appareil utilisé pour mesurer l'intensité de la lumière réfléchie

Après examen des résultats, on a pensé que peut-être, la relation entre le pourcentage de lumière réfléchie et l'angle d'incidence était fonction d'un troisième facteur tel que l'indice de réfraction ou la densité du matériau constituant la surface réfléchissante.

On a donc effectué une expérience pour vérifier l'hypothèse que le pourcentage d'un rayon lumineux réfléchi par une surface en verre est une fonction de l'angle d'incidence du rayon. On a trouvé que ce pourcentage de réflexion augmentait quand l'angle d'incidence (par rapport à la perpendiculaire) augmentait. Le taux d'accroissement était plus lent pour des angles inférieurs à 50° et plus rapide pour des angles supérieurs à 50°.

LA VITESSE D'ECOULEMENT D'UN LIQUIDE

Introduction

On a souvent remarqué que des liquides différents coulent à des vitesses différentes. La poix et le goudron semblent couler plus lentement que l'eau et on sait que le verre dans son état habituel est un liquide à vitesse d'écoulement très lente: après 10 ou 20 ans, on peut s'apercevoir que la vitre d'une fenêtre est plus épaisse à sa base qu'au sommet.

Il y a peut-être un rapport entre la vitesse d'écoulement d'un liquide et sa densité.

Expérience

Matériel : Le matériel que nous avons utilisé se composait d'une bouteille à petit goulot près du fond de laquelle on avait percé un trou. Dans ce trou était fixé, grâce à un bouchon en liège, un tube en verre (50 cm de long; 0.2 cm de diamètre). Les fuites éventuelles ont été bouchées. Dans le goulot de la bouteille, un bouchon à un trou maintenait un tube en verre dont l'extrémité inférieure se trouvait à 2 cm au-dessus du tube horizontal. Si le tube vertical n'est pas bouché et si la bouteille est pleine de liquide, on sait que la vitesse d'écoulement de celui-ci par le trou du fond de la bouteille est constante.

Méthode : On a choisi cinq liquides: alcool, térébenthine, eau, glycérine et une solution de sucrose. On a d'abord totalement rempli la bouteille avec l'alcool; puis on a fixé le bouchon en liège et le tube en verre (scellé pour ne laisser passer aucun liquide) dans le goulot de la bouteille. On a alors débouché le tube vertical et on a calculé le temps qu'il a fallu à l'alcool pour atteindre le bout du tube de 50 cm. La même méthode fut suivie pour tous les autres liquides.

Résultats

Les résultats sont donnés ci-dessous:

Liquide	Densité	Temps mis pour parcourir 50 cm	Vitesse d'écoulement
Alcool	0.78	10 sec	4.9 cm/sec
Térébenthine	0.87	13	3.8
Sol.sucrose (30%)	1.09	24	2.1
Eau	1.00	12	4.2
Glycérine (30%)	1.07	19	2.6

Questions

1. Quel est le rapport entre le liquide avec la plus haute densité et celui avec la plus basse densité? Quel est le rapport entre la plus grande vitesse d'écoulement et la plus petite?

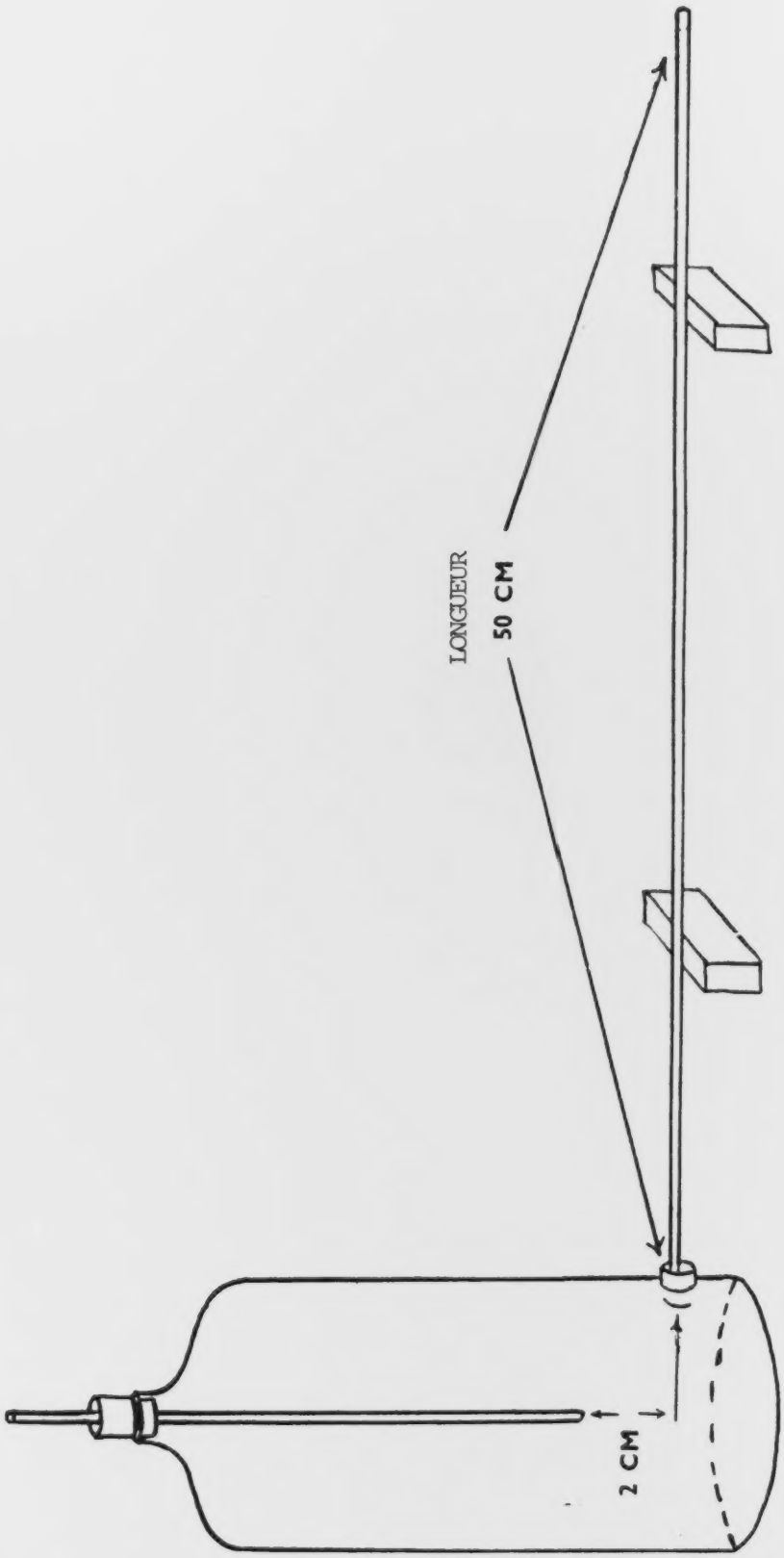
2. Tracez le graphique des résultats. Est-ce qu'il indique une relation quelconque entre la vitesse d'écoulement et la densité?

3. Pourquoi l'écoulement du liquide hors de la bouteille est-il constant?

4. Si vous leviez un peu le tube vertical, est-ce que le liquide coulerait plus ou moins vite?

5. Si le tube horizontal avait un diamètre plus grand, est-ce que cela affecterait la vitesse d'écoulement du liquide? Pourquoi?

6. Que se passerait-il si la température était différente?



Appareil utilisé pour comparer des vitesses d'écoulement

VITESSE DE CHUTE DANS UN LIQUIDE

Introduction

Quand un solide est placé dans un liquide, il tombe au fond de celui-ci ou bien il remonte en surface; cela dépend de la différence entre la poussée vers le haut du liquide, la poussée vers le bas du liquide et la force de pesanteur appliquée à l'objet. Pour un corps de forme ou de taille donnée, il y a une nette différence entre les poussées exercées vers le bas et vers le haut par le liquide sur le corps en question. Puisque la pression d'un liquide est proportionnelle à sa densité, il semblerait que la différence entre les pressions exercées vers le haut et vers le bas par un liquide sur un objet soit plus marquée quand le liquide est plus dense. Si cela est vrai, alors la densité du liquide modifiera la force résultante d'un objet mobile dans ce liquide. L'accélération d'un objet tombant à travers un liquide est fonction de la densité de celui-ci.

Expérience

Matériel : Celui-ci comprend un tube à néon d'un mètre de long, ouvert à un bout et nettoyé et une petite pierre de forme irrégulière (volume 1.9 cm^3; densité 2.3).

Méthode : On commence par verser de l'eau jusqu'en haut du tube (100 cm). Puis on lâche la pierre au sommet de la colonne d'eau et on enregistre le temps qu'il lui faut pour atteindre le fond. On refait la même expérience avec des liquides dont les densités sont les suivantes: 0.78, 1.15, 1.5, 1.9, 2.0

Résultats

Ceux-ci sont donnés ci-dessous:

Densité du liquide	Temps mis pour parcourir 100 cm	Accélération = $\frac{2h}{t^2}$
0.78	0.5 sec	800.0 cm/sec^2
1.00	0.6	555.6
1.15	0.8	312.5
1.50	1.0	200.0
1.90	1.2	138.9
2.00	2.0	102.04
		où h = 100 cm

Questions

1. Faites le graphique de la densité en fonction de l'accélération. Y-a-t-il une relation évidente? La relation est-elle peu nette ?
2. La pression d'un liquide augmente avec la profondeur. Est-ce que cela peut affecter l'accélération de la pierre qui tombe?

LA PRESSION D'UN LIQUIDE

Introduction

Dans les liquides, la pression varie avec la profondeur. Si on mesure, à la même profondeur, les pressions de liquides de densités variées, on s'aperçoit qu'elles sont différentes. Est-ce que ce sont les liquides les plus denses qui exercent la plus forte pression?

Expérience

On a calculé la pression du kérosène aux profondeurs suivantes: 1 inch, 2 inches, 3 inches, 5 inches et 10 inches avec un manomètre en tube en U. On a répété l'expérience deux fois avec le kérosène, deux fois avec de l'eau, avec de la térébenthine, de l'essence, de l'huile et du lait.

Questions

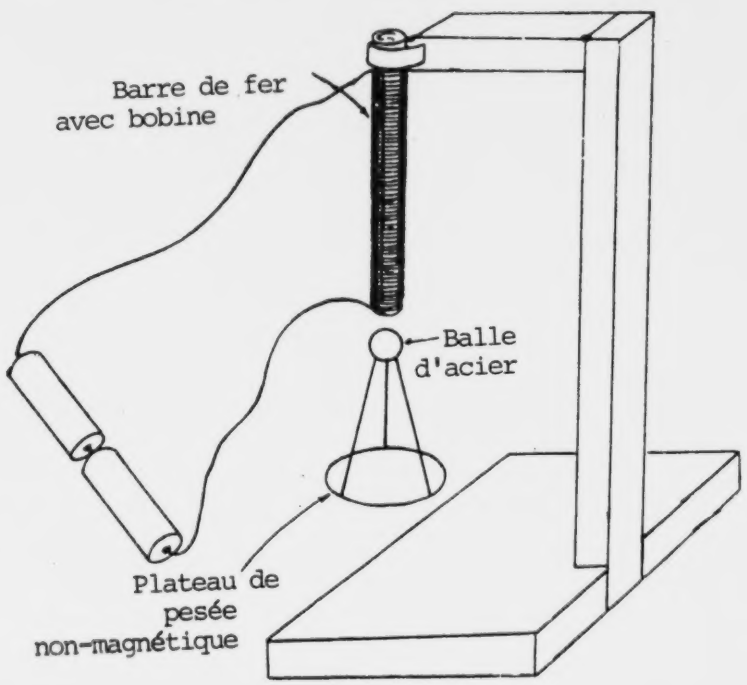
1. Pourquoi est-ce que chaque calcul doit être répété plusieurs fois?
2. Est-ce que ce sont les liquides les plus denses qui exercent la plus forte pression?
3. Est-ce que la pression exercée par un liquide croît régulièrement avec la profondeur? Est-ce que la vitesse d'accroissement ou de décroissement est la même pour tous les liquides?
4. Est-ce que la différence en pression exercée par deux différents liquides varient en proportion égale avec la profondeur?
5. Quelles erreurs peut-on commettre lors de cette expérience? Comment pourrait-on les éviter?

FORCE DES ELECTRO AIMANTS

Introduction

Nous savons que la force du champ magnétique de la bobine d'un galvanomètre tangent varie en raison directe avec la longueur et le nombre de tours du fil dans la bobine et en raison inverse du carré du rayon de la bobine. Cependant, la force du champ magnétique semble également varier avec le calibre du fil utilisé dans la bobine. Quel rapport y-a-t-il entre le calibre du fil et la force du champ magnétique créé dans une bobine aux dimensions fixes et au voltage constant?

Nous savons que le calibre d'un fil dépend de son diamètre et donc de sa surface de tranche. Nous savons aussi que cette surface détermine la résistance d'un conducteur. Puisque (1) la surface de tranche augmente quand le calibre diminue et que (2) la résistance décroît quand la surface de tranche augmente, donc la résistance du conducteur doit décroître quand le calibre diminue. La diminution de la résistance devrait s'accompagner d'un accroissement du courant, le voltage étant constant. Une augmentation du courant devrait provoquer une augmentation de la force de l'électroaimant. Par conséquent, une diminution du calibre d'un fil conducteur devrait provoquer un accroissement de la force d'un électroaimant.



Appareil utilisé pour mesurer la force électromagnétique

FIGURE 1

En supposant que le poids maximum porté au bout d'un électroaimant est une indication de sa force électromagnétique, notre hypothèse est que plus on diminue le calibre du fil de la bobine, plus le poids supporté par l'électroaimant sera grand.

Expérience

Matériel : Celui-ci se composait d'une barre de fer d'1 cm de diamètre et de 5 inches de long, fixée verticalement à un support et autour de laquelle s'enroulait en 25 tours, 50 tours, 75 tours et 100 tours un fil de cuivre (émaillé) de calibre 18, puis 22, puis 26 et finalement 30. Tous ces fils de calibre différents ont été coupés en longueur de 80 cm (25 tours), 160 cm (50 tours), 240 cm (75 tours) et 320 cm (100 tours).
Le matériel utilisé comprenait aussi une balle en acier de 1 cm de diamètre et pesant 3.95 g qui supportait, grâce à un fil, un plateau de balance non-magnétique (plastique) de 1.1 g.
La source de courant continu se composait de deux batteries neuves de lampe électrique qui fournissaient à peu près 3 volts de force électromotrice.

Méthode : On a enroulé le fil de 80 cm (calibre 30) autour de la barre de fer en 25 tours exactement. Puis on a branché la bobine à la batterie et on a placé la balle en acier et son plateau contre l'extrémité inférieure de la barre de fer de façon à ce que le tout soit supporté par la force magnétique.
Avec beaucoup de précautions, on a alors ajouté sur le plateau, peu à peu, de très petits poids (non-magnétiques) jusqu'à ce que l'ensemble tombe. On calcule alors le poids total de l'ensemble. L'expérience a été répétée trois fois avec chaque bobine dont le fil était entouré le nombre de tours prescrit, ce qui a donné un total de 48 lectures différentes.

Questions

1. Pourquoi les poids et le plateau de pesée doivent-ils être non-magnétiques?
2. Pour chaque longueur de fil, est-ce que c'est le fil de même calibre qui fournit le meilleur électroaimant?
3. Est-ce que la vitesse à laquelle le flux magnétique augmente en raison du changement de calibre est toujours la même?
4. Une diminution de résistance s'accompagne-t-elle d'une augmentation du courant (ou de la force magnétique)?
5. Pouvez-vous déduire de vos résultats quel calibre de fil serait le plus efficace?
6. Comment varie la force d'un électroaimant quand la température du noyau varie?

2°) Quelques idées de travaux de recherche en physique

1. On peut improviser un photomètre (appareil pour mesurer l'intensité de la lumière) en plaçant une feuille de papier sur laquelle on a fait une petite tâche graisseuse entre deux sources lumineuses. Si on déplace celles-ci perpendiculairement à cet écran jusqu'à ce que la tâche ne se voit plus, on peut calculer l'intensité d'une des sources lumineuses, si on connait celle de l'autre, grâce à la formule

$$\frac{I_1}{d_1^2} = \frac{I_2}{d_2^2}$$

Grâce à ce photomètre, deux bougies blanches (dont l'intensité est de l'ordre de 2 candella) et une lentille convexe double, déterminez la relation qui existe entre la distance focale de la lentille et l'intensité de la lumière? A quelle distance de la bougie doit-on placer la lentille pour obtenir l'intensité maximale? Quelle est la relation qui existe entre la distance et l'intensité pour une lentille bi-convexe, plan-convexe, bi-concave, plan-concave et en ménisque?
Quelle est l'intensité lumineuse de la lune comparée à celle d'une bougie ou celle de toute autre source connue? De quelle façon le diamètre de la lentille joue-t-il sur la quantité de lumière reçue?

2. Si nous utilisons un photomètre comme celui décrit ci-dessus, nous pouvons mesurer l'intensité d'une source lumineuse. En supposant que l'intensité d'une source lumineuse varie proportionnellement avec l'intensité du courant, nous pouvons aussi calculer l'intensité du courant qui passe dans la source lumineuse. Quelle est alors la relation qui existe entre la distance séparant les électrodes d'un rhéostat et la quantité de courant qui passe?

3. On peut calculer la chaleur spécifique d'une substance en mesurant la variation de température d'une masse donnée de cette substance par rapport à celle d'une masse égale d'eau (étant donnée une source de chaleur identique pour les deux). La chaleur spécifique de la substance en question est donnée par la formule

$$\frac{\text{Elévation de la temp.de } H_2O}{\text{Elévation de la temp.de la substance}}$$

La chaleur spécifique d'une solution de carbonate de sodium varie avec la molarité de cette solution. S'agit-il d'une relation de proportionalité? Est-ce que la gamme des températures auxquelles on chauffe la substance a un effet quelconque sur la chaleur spécifique? Existe-t-il une relation entre la chaleur spécifique des métaux et leur conductivité?

4. Tous les liquides ont une tension superficielle. C'est-à-dire que les molécules, à la surface, ont plus d'attraction l'une pour l'autre que n'en ont les molécules juste au-dessous et forment, en quelque sorte, un écran protecteur. Voici un exemple qui montre l'existence de cet écran : nous pouvons faire flotter une lame de rasoir à la surface de l'eau; mais si nous la mettons sous la surface, elle coule. Un autre exemple est celui des gouttelettes d'eau qui se forment sur une table quand on a renversé de l'eau. On peut monter un dispositif simple pour mettre en évidence la tension superficielle et aussi pour la mesurer (la tension superficielle de l'eau est 73.05 dynes/cm à 18°C). Utilisez de très petites masses (petits morceaux de papier fin identiques) et calculez le poids maximum que peut porter votre dispositif posé à la surface de l'eau. Pouvons-nous faire un rapprochement entre ce poids et les masses maximales supportées par des liquides de densités différentes? Est-ce que la tension superficielle varie avec la température? Si nous mélangeons deux liquides dont nous connaissons les tensions superficielles, existe-t-il une relation entre la tension superficielle du mélange et les tensions superficielles des deux composants?

5. Comment la résistance à la traction d'un élastique varie-t-elle avec sa température? On peut fabriquer un simple appareil pour répondre à cette question. Introduisez un élastique dans un morceau de tube en verre enfoncé dans un bouchon. Attachez un poids à l'extrémité de l'élastique et plongez l'ensemble dans un tube à essai rempli d'eau. Etudiez la variation de longueur de l'élastique en fonction de la température de l'eau.

6. Est-ce que les aimants agissent à travers le papier? A travers l'étain? Quels sont les matériaux à travers lesquels passe le magnétisme? Tous les métaux? Quels sont les métaux attirés par un aimant?

7. Quels sont les matériaux qui s'aimantent facilement? Lesquels s'aimantent difficilement? Combien de temps ces matériaux restent-ils aimantés?

8. Puisqu'on peut utiliser un courant électrique pour faire un aimant, peut-on utiliser un aimant pour créer un courant électrique? Fixez une bobine à un galvanomètre. Approchez un aimant de la bobine. Expliquez comment la force de l'aimant ou le nombre de tours du fil autour de la bobine peuvent affecter l'intensité du courant. Quelle sorte de courant créez-vous en déplaçant d'avant en arrière un aimant le long de la bobine?

9. Si vous déplacez un aimant le long de la bobine, quel effet la vitesse de ce déplacement a-t-il sur l'intensité du courant?

10. Le papier contient-il de l'électricité? Frottez une feuille de papier journal, posé à plat sur une surface lisse, avec une règle. Comment savez-vous que le papier est chargé électriquement? Pouvez-vous voir des étincelles?

11. Qu'est-ce qui cause l'électricité statique? Essayez de frotter de la laine, de la soie, du nylon, du coton et du caoutchouc. Est-ce que ces matériaux se chargent d'électricité? Faites d'autres expériences avec ces matériaux: chauffez-les, frottez-les, frappez-les...

12. Tous les aimants possèdent-ils la même force d'attraction? Si vous attachez le centre d'un aimant avec un morceau de ficelle et le pendez, vous avez fabriqué un simple dispositif capable de mesurer la force d'un aimant. Approchez de celui-ci un autre aimant : le premier tourne sur lui-même. Calculez l'angle de rotation. Vous pouvez maintenant comparer la force de plusieurs aimants ou mesurer la force avec laquelle un aimant attire diverses substances.

13. Est-ce que les deux pôles d'un aimant attirent les objets avec la même force? Est-ce que le pôle nord et le pôle sud attirent ou repoussent avec la même force?

14. Est-ce que l'intensité de la force magnétique croît ou décroît quand vous éloignez un aimant d'un morceau de fer ou d'acier? Quelle est la relation entre la distance de séparation et la force magnétique?

15. Quel est l'effet de la chaleur sur un aimant? Aimantez un clou et chauffez-le au dessus d'une lampe à alcool. Faites l'expérience décrite à la question 12. Si vous frappez un aimant, quel est l'effet produit sur la force de celui-ci?

16. Quels sont les matériaux qui peuvent se charger d'électricité statique? Quels sont ceux qui ne le peuvent pas? Est-ce que les matériaux qui le peuvent réagissent à un aimant?

17. Quel effet a l'intensité d'un courant électrique sur la quantité de métal déposé par électrolyse? Quel rapport y-a-t-il entre le temps pendant lequel passe le courant et la quantité de métal déposé pendant l'électrolyse?

18. Quel effet a la température sur la conductivité de divers métaux? Branchez une pile à un galvanomètre et à un morceau de fil à nu. Chauffez le fil. Le résultat est-il le même pour un fil en cuivre, un fil de fer et un fil au nichrome?

19. De quelle façon est-ce que le nombre de tours de fil autour de la barre en fer du primaire (fil dans lequel passe le courant) affecte le voltage de la bobine dans laquelle le courant est induit (secondaire)?

20. Pouvez-vous fabriquer une ampoule qui ne s'usera pas? Comparez votre ampoule avec celle du commerce. Enregistrez la durée de vie et la clarté des deux.

21. Quelle est la différence entre des lumières montées en série et des lumières montées en parallèle? Mesurez le voltage et l'ampèrage en plusieurs points du circuit.

22. Vous pouvez utiliser le pouvoir calorifique d'un courant électrique pour mesurer l'électricité. Faites passer un courant électrique à travers un fil de fer froid. Remarquez le changement produit dans le fer au fur et à mesure qu'il chauffe. Ce changement est-il proportionnel à l'intensité du courant?

23. Quel effet ont sur sa résistance, la longueur d'un fil, le métal dont il est fait, sa surface de tranche et sa température? Faites une expérience en utilisant divers types de fil. Gardez constant le voltage; mesurez les ampères et l'intensité du courant. A partir du voltage et de l'ampèrage, vous pouvez calculer la résistance.

24. Est-ce qu'un courant électrique passant dans un fil réagit à un aimant? Tendez un fil n°24, d'environ 6 pieds de long, entre deux supports isolés. Reliez le fil à une source de courant alternatif. Utilisez un rhéostat pour faire varier le courant. Approchez l'un des pôles d'un puissant aimant en barre près du fil pendant que le courant passe.

25. Comment est-ce que différents sols affectent la quantité d'eau qui ruisselle après un orage ou une averse? L'expérience peut être faite dans la salle de classe. Placez divers échantillons de sols (environ 15 kg) sur une planche; inclinez celle-ci et versez de l'eau dessus. Mesurez la quantité d'eau de ruissellement et la quantité de sol emporté.

26. De combien se contracte et s'étire un cheveu humain quand on l'expose à des variations d'humidité? Attachez un poids au bout d'un cheveu et fixez l'autre bout au couvercle d'un flacon bien séché. Puis ajoutez quelques gouttes d'eau pour augmenter l'humidité dans le flacon. Notez la longueur du cheveu.

27. Est-ce qu'un cheveu gras ou sale se contracte à la même vitesse qu'un autre quand on l'expose à l'humidité? Comparez la contraction et l'extension d'un cheveu humain avec celles des poils de divers animaux.

28. A quelle vitesse d'autres matériaux se contractent-ils et s'étirent-ils selon les changements d'humidité et de température?

29. Existe-t-il une relation entre le poids spécifique d'un liquide et la taille de ses gouttes?

30. Quelle est la taille des pores d'une membrane en plastique? Quelles particules de solution passeront à travers la membrane?

CHAPITRE IV

E X P O S I T I O N S

S C I E N T I F I Q U E S

121

Le grand intérêt de l'exposition scientifique se situe dans le respect et les encouragements dévolus aux élèves qui y participent. L'exposition scientifique de l'école est importante parce que tous les élèves qui ont accompli un projet peuvent y participer. On peut faire en sorte qu'elle ait lieu le jour de la fête de l'école. L'exposition au niveau de la circonscription a l'avantage de fournir une possibilité d'échanges d'idées pour les enseignants autant que pour les élèves. Toutes les expositions scientifiques sont des forums où l'on peut glâner et développer les idées et les techniques présentées par les participants.

Ce chapitre offre quelques conseils qui vous aideront à organiser et mener à bien une exposition scientifique de telle sorte que celle-ci profite autant aux participants qu'aux visiteurs.

O R G A N I S A T I O N D'U N E E X P O S I T I O N

S C I E N T I F I Q U E

Organisation des comités

L'existence de votre club de Science peut rendre l'organisation de l'exposition à l'école plus simple puisque, grâce à lui, davantage de personnes peuvent se partager les responsabilités. Vous pouvez déléguer toute autorité à divers comités du club, tels que les comités suivants:

1. Le Comité Central, dont vous serez l'expert-conseil, peut décider de la date, du lieu, des participants, du financement et du règlement de l'exposition. Il peut aussi superviser les activités des autres comités et s'assurer que ceux-ci s'acquittent bien de leur tâche. Il peut décider des questions suivantes :

a) Qui peut participer à l'exposition? Vous devriez laisser participer n'importe quel élève intéressé même s'il n'est pas membre du club.

b) Y aura-t-il un droit d'entrée? Si oui, de combien? Bien qu'il soit peu probable que vous ayez besoin d'argent pour une exposition scientifique scolaire, vous pouvez cependant demander une somme minime à chaque participant afin d'aider à payer les frais de publicité, les prix remis aux gagnants et autres dépenses. La trésorerie du club peut payer le reste.

c) Quelle sera la date limite des demandes de participation? Il est conseillé d'exiger que toutes les demandes soient déposées une semaine ou 10 jours avant la date de l'exposition afin que les autres comités aient le temps de faire les arrangements et les préparations nécessaires.

d) Quels types de projets pourront être acceptés? Il est souhaitable d'établir plusieurs catégories de projets de sorte que ceux d'un même type puissent être jugés l'un par rapport à l'autre. La liste suivante est un exemple de ces catégories:

1) Tableaux, graphiques...
2) Collections
3) Modèles statiques
4) Modèles animés
5) Expériences
6) Travaux de recherche

2. Un Comité des Thèmes de travaux et des Ressources devrait recevoir les demandes de participation et préparer l'espace nécessaire et les tables pour chaque exposant. Il devrait également classer les projets par thème, affecter à chacun de ces thèmes un espace spécifique au sein duquel chaque participant se verrait assigner une place bien définie.

123

3. Le Comité Publicité et Décernement des prix annonce à tous les élèves la date, le lieu, les catégories de projets et autres particularités de l'exposition. S'il s'agit d'une exposition à l'école, ce comité doit aussi prévenir les enseignants des écoles voisines. Il doit donner à chaque élève un formulaire de demande de participation ou, tout au moins, doit-il indiquer aux éventuels participants ce qu'ils doivent inscrire sur leurs demandes de participation (nom, classe, type de projet, thème du projet, son titre, etc.). Ce comité doit faire connaître aux participants les critères de jugement et il peut inciter certains individus à servir de juge.

Liste des participants

Plusieurs jours avant la date de l'exposition, une liste provisoire des participants doit être établie. Cette liste comportera le nom, la classe, le professeur de chaque participant potentiel ainsi que le titre et la catégorie de son projet. Cette liste provisoire n'est qu'une estimation grossière du nombre de participants parce qu'il se peut qu'un certain nombre d'entre eux n'aient pas terminé à temps leur projet. La liste provisoire est utile parce qu'elle permet de :

1) déterminer l'espace qui sera nécessaire
2) déterminer le nombre de prix nécessaires
3) savoir qui aura besoin d'une demande d'entrée officielle
4) donner des renseignements à chaque participant sur les caratéristiques des projets, sur les dates, l'heure et le lieu
5) donner des renseignements sur les critères de jugement à chaque participant éventuel

Organisation du temps

Le temps est un des facteurs majeurs de la bonne organisation de l'exposition. Un emploi du temps doit être établi afin que les évènements ne se succèdent pas de façon désordonnée. Quand vous préparez l'emploi du temps de la journée, souvenez-vous que vous devez allouer suffisamment de temps aux activités suivantes

1) dresser les tables et autres meubles avant que les objets d'exposition ne soient apportés
2) permettre aux élèves de monter leurs appareils et de les vérifier avant l'arrivée des juges
3) permettre aux juges de comparer et de juger sans précipitation
4) permettre le classement des résultats donnés par les juges
5) prévoir et résoudre les urgences
6) laisser le public observer sans hâte
7) permettre aux élèves de démonter leurs appareils
8) nettoyer la salle d'exposition

Organisation de l'espace

Vous devez garder à l'esprit certains points très importants lorsque vous organisez le site de l'exposition :

1. Assurez-vous qu'il y a assez de place pour les objets à exposer
2. Autant que possible, vous devriez allouer à tous les participants des espaces de même grandeur pour mettre en place leur matériel
3. Aux élèves dont les expériences réclament de l'eau ou de l'électricité, vous devez donner un espace proche d'une prise électrique ou d'un robinet d'eau
4. Les projets appartenant à la même catégorie doivent être groupés sur des espaces adjacents parce que :
   a) le public y gagne une meilleure compréhension du sujet
   b) les élèves se retrouvent ainsi en compagnie d'autres élèves qui ont le même goût qu'eux
   c) les juges pourront évaluer les projets plus équitablement
5. Les objets d'exposition devraient être placés de telle sorte que l'un ne mobilise pas toute l'attention du public au détriment d'un autre
6. Le matériel exposé doit se trouver à hauteur des yeux. La façon la plus simple de réaliser ceci est de tout placer sur des tables ou de pendre le matériel au mur ou sur un tableau noir
7. Dans la mesure du possible, on devrait utiliser un mobilier uniforme pour présenter les objets

Sécurité

Afin de préserver la sécurité des objets, des exposants et du public, on doit suivre ces quelques règles :

1. Pas de prises de courants, de fils électriques ou de parties métalliques à nu. Tous les fils et les prises de courant doivent être conformes aux normes de sécurité
2. Si, lors d'une expérience, de hautes températures sont atteintes, le matériel utilisé doit être isolé de tout objet inflammable par des morceaux d'amiante ou autre matériau adéquat
3. L'exposant -ou un remplaçant- doit rester en permanence sur les lieux de l'expérience
4. L'exposant lui-même doit prendre soin des animaux vivants et des plantes
5. On ne doit accepter aucun projet qui, de prés ou de loin, présente un danger quelconque pour le public.

P R E P A R A T I O N D E S O B J E T S

D' E X P O S I T I O N

Organisation

La réalisation d'un projet d'exposition exige une très bonne organisation du travail. Au chapitre III, nous avons dit que venir à bout d'un travail de recherche peut parfois demander 7 à 12 semaines. D'autres types de projets sont plus faciles à réaliser et requièrent donc moins de temps, mais même ceux-ci doivent être soigneusement préparés si on veut obtenir un travail de qualité. L'organisation du travail ne devrait pas poser de difficultés puisque les projets et l'exposition seront organisés au sein même du club de Science. Si vous prévenez vos élèves lontemps à l'avance de la date et des exigences de l'exposition, vous aurez bien le temps de discuter avec eux, de les aider à s'organiser et à être prêts en temps voulu. L'élève pourra ainsi fouiller son sujet de recherches tout à loisir, concevoir et faire l'expérience qui convient et préparer ce qu'il veut présenter à l'exposition.

Présentation des travaux

Ces quelques conseils aideront vos élèves à présenter leurs travaux de façon intéressante.

1. On peut construire un tableau de présentation à trois pans capable de tenir debout. Ce tableau servira à présenter au public les faits qui ont trait au sujet proposé. La construction de ce tableau doit être solide et vous devez utiliser des matériaux rigides (tels que carton épais, isorel ou contre-plaqué). Si vous utilisez du carton, il vous faudra sans doute le renforcer et ajouter un support à l'arrière pour qu'il tienne solidement sans s'affaisser.

2. Si vous avez un tableau à plusieurs pans, vous devez réunir ceux-ci par des charnières solides : des charnières en métal pour les matériaux lourds; des bandes adhésives conviennent au carton.

3. En ce qui concerne la présentation elle-même de vos travaux, vous devez commencer par faire plusieurs croquis. Etudiez différents arrangements de lettres, de graphiques, etc.. Celui que vous préférez constituera le modèle de votre présentation à l'exposition.

4. Assurez-vous que votre présentation attire l'oeil. Souvenez-vous que votre travail entrera en compétition avec beaucoup d'autres pour attirer l'attention des juges et du public. Evitez cependant les présentations clinquantes, criardes ou bizarres.

126

5. Que votre présentation soit simple. En quelques étapes faciles à suivre, vous devez "faire passer" votre message en cinq à dix secondes. Souvenez-vous que la plupart des spectateurs ne resteront qu'une minute ou deux devant chaque projet; c'est pourquoi vous devez vous assurer qu'en si peu de temps ils puissent le comprendre et l'apprécier . Evitez à tout prix les décorations inutiles et les arrangements éparpillés : cela tend à embrouiller plus qu'à clarifier l'esprit du spectateur.

6. Les lettres doivent être grandes et simples; les titres courts et précis; les explications, aussi courtes que possible, doivent viser à l'essentiel. Il est préférable d'utiliser des images, des dessins et des graphiques quand cela est possible: ils ont plus de portée que des explications détaillées. Si celles-ci ne peuvent qu'être longues et détaillées, il faut alors les placer dans un dossier comme un article scientifique, plutôt que de les afficher dans toute leur longueur sur le tableau.

7. Choisissez vos couleurs avec goût. Un pastel uni est une meilleure couleur de fond que le blanc qui tend à donner une impression de vide. Les teintes foncées doivent être utilisées pour faire ressortir certains caractères. Quelques combinaisons de couleurs conviennent mieux que d'autres à certains travaux. Par exemple, le vert et le jaune suggèrent les sciences naturelles; le rouge et le bleu, les sciences physiques; le bleu et le blanc, la médecine.

8. Un emploi judicieux de l'éclairage rehausse la présentation. Si on doit utiliser une lumière pour une expérience, il faut prendre soin de ne pas diriger celle-ci en plein dans les yeux des spectateurs!

9. Une disposition originale et créative des pièces exposées en rehausse l'intérêt. Bien des projets se prêtent à un arrangement en gradins nettement préférable à un arrangement conventionnel à plat.

10. Le nom et la classe de l'exposant doivent être indiqués sur le tableau de présentation.

11. Les appareils en mouvement doivent être solidement arrimés et ne doivent pas constituer un danger potentiel.

12. Toute aide importante doit être mentionnée.

13. Certains appareils peuvent être actionnés par le public. Le mécanisme de commande doit être de construction solide. Le mode d'emploi, clair et complet, doit être posé bien en évidence.

127

D E C E R N E M E N T D E S P R I X

Les juges

Ceux-ci seront choisis parmi les gens de votre communauté qui ont une éducation scientifique ou qui montrent de l'intérêt pour les sciences. Les chercheurs, les professeurs d'université ou leurs assistants seraient les meilleurs juges mais on ne les trouve pas partout. Toute personne capable de porter un jugement critique conformément aux critères établis semble qualifiée. Tous les participants doivent avoir pleine confiance en leur impartialité. On considère que trois juges constituent un groupe équitable.

Les critères de jugement

Vous devez définir longtemps à l'avance des critères de jugement objectifs. Il se peut que vous ayez à définir des critères différents selon les types de projets, mais ceux qui suivent (tirés du livret du NCERT "How to organize Science Fairs") peuvent vous servir de guide :

Méthode scientifique (30 points) : Le problème requiert-il une réflexion logique et scientifique? A-t-il été analysé avec méthode? L'approche expérimentale du problème se révèle-t-elle dans l'accumulation des données, l'exactitude de l'observation et la mise en place du contrôle des variables? Le projet démontre-t-il bien la relation de cause à effet? Illustre-t-il une méthode efficace qui mène à une meilleure compréhension d'un fait ou d'une théorie scientifique?

Originalité (20 points) : Le projet révèle-t-il une certaine originalité dans sa conception et sa réalisation? Développe-t-il une façon nouvelle d'exprimer ou de communiquer des idées? Tenez compte de l'emploi ingénieux du matériel. Rappelez-vous qu'une simple collection d'objets peut être considérée comme "créative" si elle répond aux exigences scientifiques du niveau scolaire de l'exposant.

Compétence et habileté techniques (20 points) : Le projet montre-t-il à l'évidence savoir-faire, technicité et exécution soignée? La manipulation, la préparation, l'installation du matériel, de même que des notices bien rédigées doivent retenir votre attention.

Minutie du travail (10 points) : Le matériel exposé doit résumer de façon claire, complète mais concise le travail de recherche et doit mettre l'accent sur les phénomènes importants. C'est le caractère approfondi et l'exactitude du travail qui serviront de base au jugement.

Valeur dramatique (10 points) : Le matériel exposé doit attirer l'oeil et retenir l'attention des visiteurs, qu'ils soient profanes ou scientifiques. Les notices sont-elles assez grandes et les explications bien présentées? Offrent-elles au spectateur des étapes progressives qui renouvellent son intérêt? Le matériel exposé est-il plus captivant qu'un autre qui traite du même sujet, gadgets mis à part?

Interrogation orale (10 points) : L'exposant comprend-il bien les principes scientifiques qui sous-tendent son travail? Le matériel exposé fait-il preuve d'un travail sérieux et d'un effort réel? L'élève y-a-t-il gagné une meilleure connaissance du sujet?

Les quelques remarques ci-dessus ne sont que des suggestions qui peuvent être modifiées selon vos besoins.

Recommandations pour les juges

C'est peut-être la première fois que les personnes choisies font office de juges à une exposition scientifique. Elles peuvent avoir connaissance des critères de jugement mais ne pas savoir encore comment s'y prendre dans leur travail.
Afin que tout se passe bien, on peut donner aux juges les conseils suivants, au cours d'une séance préparatoire :

1. Parlez à l'exposant et interrogez-le, non pas selon un programme pré-établi, mais selon les circonstances et en fonction du projet présenté. Ne donnez pas de préjugé favorable à l'originalité avant de savoir l'origine et les instigateurs d'un projet, ses côtés les plus difficiles ou les plus intéressants, etc. Discutez avec les exposants en l'absence des autres juges, si possible, afin d'acquérir une idée personnelle et une bonne connaissance du projet.

2. En ce qui concerne la "méthode scientifique", faites porter votre jugement sur :
   - des conclusions logiques et clairement expliquées
   - un travail d'une certaine ampleur mais pas telle qu'elle empêche d'atteindre à une conclusion finale et définitive
   - une bonne mais brève référence à la littérature existant sur le sujet

3. Autant que possible, prenez le temps qu'il vous faut pour bien comprendre les travaux jusque dans leurs détails.

4. Il est recommandé de faire un premier tour tout seul et de discuter avec les exposants, puis de faire un deuxième tour avec les autres juges et de discuter de nouveau avec les exposants.

Pour une bonne marche des opérations

Voici quelques conseils qui pourront vous aider à éviter les écueils fréquemment rencontrés lors du jugement :

1. Il est absolument essentiel que les participants connaissent parfaitement les critères de jugement.

2. Plusieurs copies des critères de jugement devraient être affichées afin que le public sache sur quelles bases sont jugés les projets.

3. Il est extrêmement important que les projets ne soient montrés ni aux élèves, ni au public, avant que les juges ne fassent leur tournée. Certaines pièces exposées sont fragiles et peuvent être vite endommagées lors d'une bousculade de la foule. L'exposition ne peut être ouverte au public qu'après la tournée des juges.

4. Les formulaires de classement doivent être préparés à l'avance pour que le compte des points soit exécuté rapidement et avec exactitude.

Les prix

On doit décider longtemps à l'avance du nombre et de la nature des prix. Cette décision varie d'une école à l'autre selon les ressources disponibles et on ne peut donner ici aucune ligne directrice rigoureuse. Cependant, il faut s'assurer que les prix conviennent, dans la mesure du possible, aux élèves.

On peut demander à des organisations telles que le Lions Club ou le Rotary Club ou encore à des entreprises qui s'intéressent, de prés ou de loin, aux sciences (magasins de matériel médical, par exemple) de faire des dons pour l'achat des prix.

On doit aussi décerner des Certificats à tous les participants méritants.

Enfin, on doit décerner un prix par type de projets.

130

CHAPITRE V

M A T E R I E L I M P R O V I S E

131

Il arrive bien souvent qu'un laboratoire scolaire n'ait pas l'appareil nécessaire pour mener à bien une expérience en biologie, en chimie ou en physique. De toutes façons, la plupart des laboratoires n'ont pas suffisamment d'appareils pour permettre à tous les élèves de participer à ces activités. Puisque le programme de Sciences exige une grande variété d'appareils que les maîtres ne possèdent généralement pas, quelques uns d'entre eux ont décidé de les fabriquer eux-mêmes, jusqu'à ce qu'on les leur fournisse. La nécessité est la mère de l'invention et le matériel proposé dans ce chapitre est le fruit de la nécessité. En réalité, il en a toujours été ainsi en Science et même dans les pays les plus avancés, les professeurs de Sciences sont forcés de faire ce genre de travail.

La fabrication des appareils décrits dans ce chapitre vous familiarisera avec toutes sortes de techniques qui vous seront utiles quand vous déciderez de vous lancer dans la construction d'un appareil nouveau. En effet, et nous insistons sur ce point, ce chapitre ne constitue nullement une liste exhaustive d'appareils à fabriquer soi-même; bien d'autres vous seront utiles dans votre enseignement et pour les travaux pratiques. Ce chapitre a pour but de vous donner une idée de ce que l'on peut réaliser facilement et sans frais tout en restant dans le cadre du programme.

CONSTRUCTION DE DIVERS APPAREILS

BALANCE A LAME DE METAL

Fournitures

1. Socle en bois 1/2" x 2" x 4"
2. Bloc en bois 1 1/2" x 1" x 2"
3. Planchette graduée 1/2" x 1/2" x 5"
4. Lame métallique 1/2" x 7 1/2"
5. Couvercle d'un pot de conserve
6. Ficelle

Instructions

1. Clouez les deux morceaux de bois (2 et 3 de la liste ci-dessus) au socle, comme le montre le dessin.
   Fixez un papier millimétré sur la planchette.

2. Coupez la lame d'acier sur 5 1/2" de sa longueur (voir dessin).

3. Courbez-la et fixez-la sur le dessus du bloc supérieur en bois (voir dessin).

4. Recourbez son extrémité libre sur 1/4" en une sorte de crochet.

5. Faites trois trous, équidistants les uns des autres, dans le couvercle et attachez-y des bouts de ficelle comme le montre le dessin.

Calibrage

1. Faites une marque pour le point zéro en haut et au bord de la planchette.

2. Mettez 10 g dans le plateau. Marquez la position de la lame.

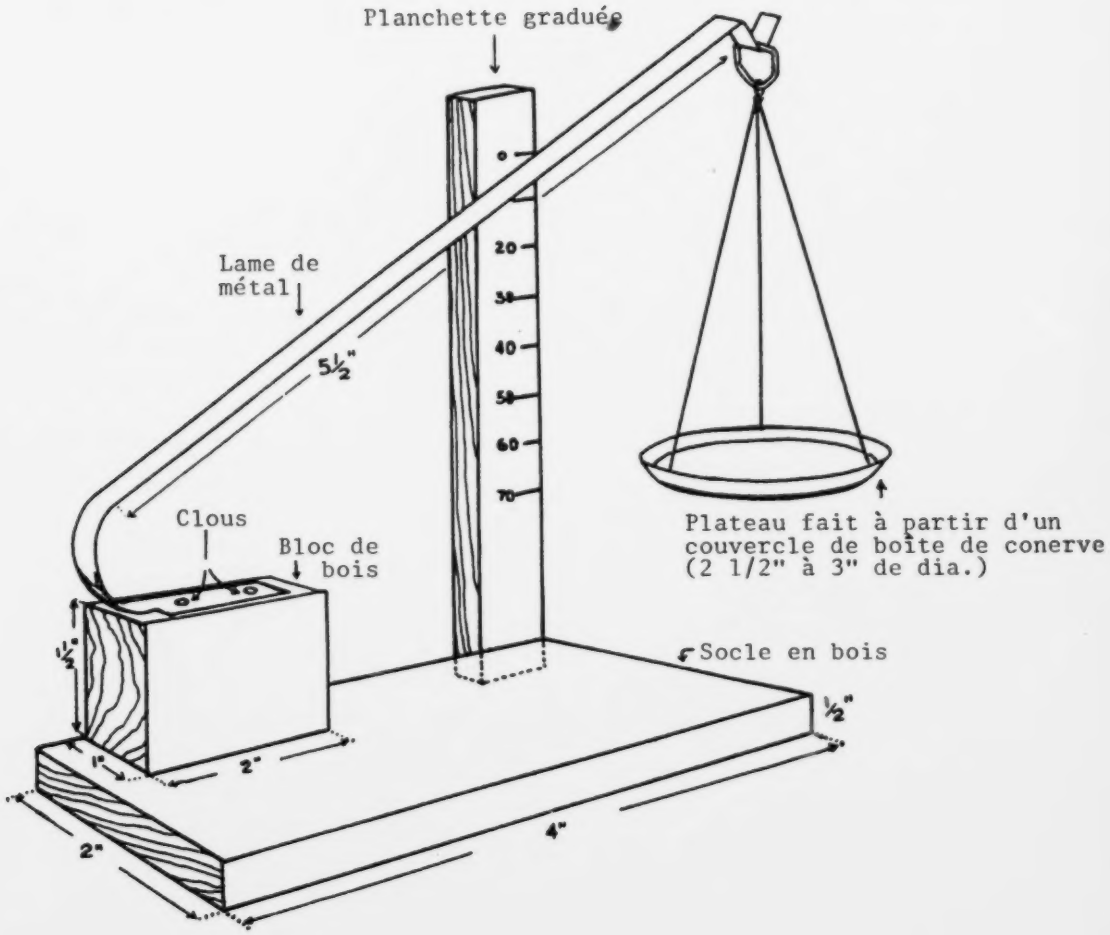
3. Continuez de 10 g en 10 g jusqu'à 70 g.

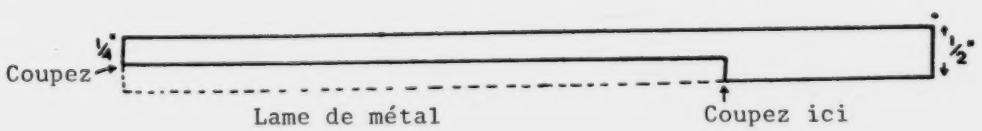
4. Si vous utilisez un papier millimétré, vous pouvez y inscrire des subdivisions.

Utilisations en classe et en T.P.

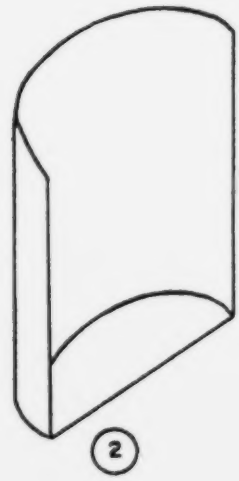
Cette balance ne convient qu'à des pesées relativement grossières, c'est-à-dire là où l'exactitude n'est pas essentielle. Elle est utile pour des pesées rapides durant les expériences faites en classe mais ne convient pas là où l'exactitude de la pesée est nécessaire à la réussite d'une expérience.

BALANCE A LAME DE METAL

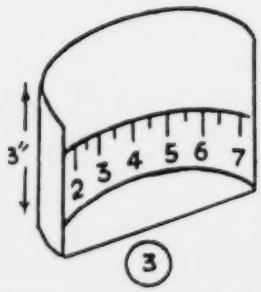




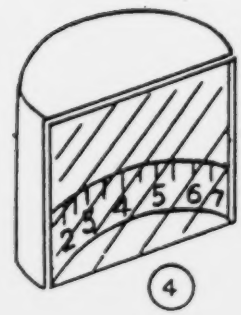
APPAREIL POUR DEMONTRER LA REFRACTION



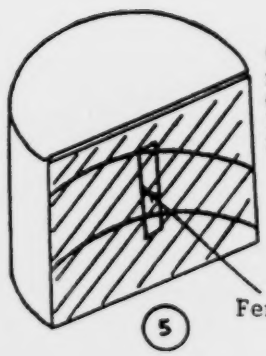
Coupez la boîte de conserve en deux dans le sens de la hauteur



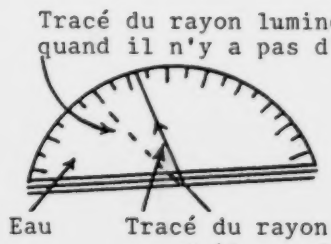
Coupez la moitié de boîte de conserve à 3" de haut. Collez une bande de papier sur la partie concave. Faites-y des divisions arbitraires et recouvrez de vernis



Recourbez les bords de façon à maintenir en place un carreau de verre. Scellez les joints, à l'intérieur et à l'extérieur, avec de la cire de bougie



Collez du papier noir sur le carreau de verre, ne laissant qu'une fente au milieu



VUE DU DESSUS

APPAREIL POUR DEMONTRER LA REFRACTION

Fournitures

1. Une boîte de conserve métallique
2. Un verre de vitre
3. Morceau de papier noir
4. Papier millimétré
5. Vernis
6. Cire à bougie

Instructions

1. Coupez la boîte de conserve en son milieu dans le sens de la hauteur. Coupez l'une de ces moitiés de façon à ne laisser qu'un morceau de 3" de haut.

2. Sur une bande de papier millimétré, faites des marques à intervalles réguliers et collez cette bande sur le bas de la paroi concave de la boîte. Vernissez-la.

3. Coupez un verre de vitre aux dimensions du devant de la boîte.

4. Recourbez vers l'intérieur les bords de la boîte pour maintenir le panneau de verre en place.

5. Glissez-y le panneau de verre et rendez la boîte étanche en scellant les bords avec de la cire à bougie.

6. Du côté extérieur, recouvrez le panneau de verre d'un rectangle de papier noir comprenant une fente verticale en son milieu.

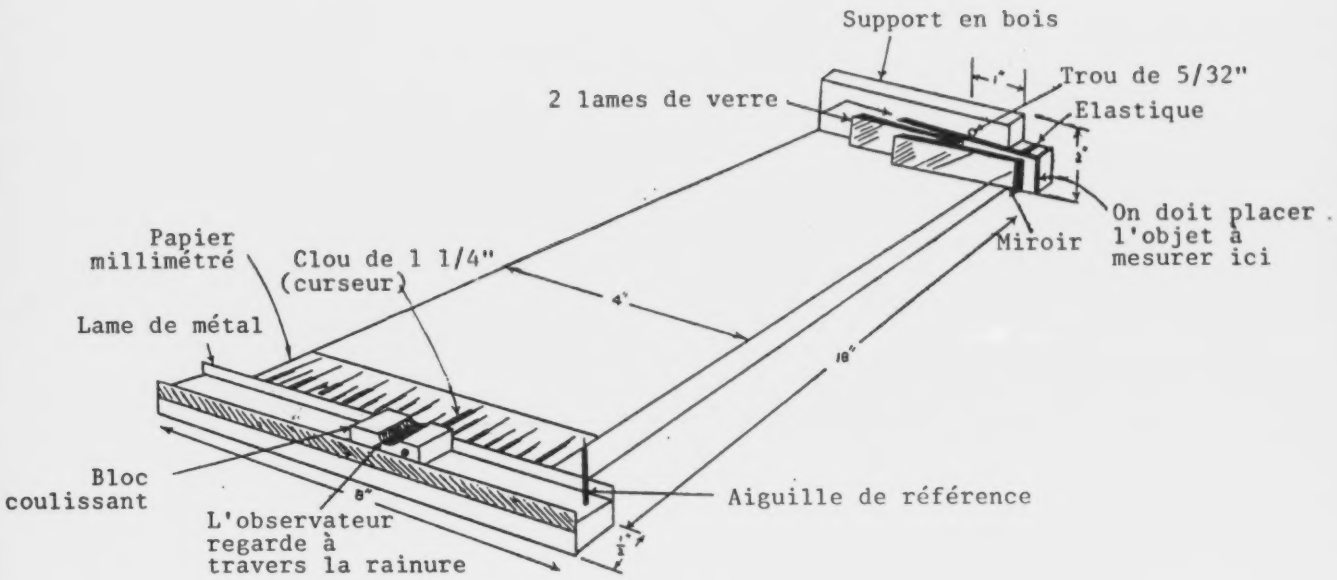
Utilisation en classe et en T.P.

1. Pour démontrer la réfraction de la lumière dans diverses substances transparentes.
2. Pour mesurer l'indice de réfraction de diverses substances.

Suggestions de travaux de recherche

1. Remplissez la boîte avec différents liquides et cherchez leurs indices de réfraction.
2. Y-a-t-il un rapport quelconque entre l'indice de réfraction et la densité du liquide?
3. Comment pouvez-vous démontrer que la réfraction est fonction de la longueur d'onde?
4. Quelle est la procédure à suivre pour déterminer expérimentalement l'indice de réfraction d'un liquide transparent?
5. Existe-t-il un rapport entre la molarité d'une solution et son indice de réfraction?

MICROMETRE OPTIQUE



M I C R O M E T R E O P T I Q U E

Fournitures

1. Un morceau de bois de 1/2" x 1/2" x 2"
2. Un morceau de bois de 1/2" x 1/2" x 8"
3. Un morceau de bois de 1/2" x 1/2" x 18"
4. Un morceau de bois de 1/4" x 2" x 4 1/2"
5. Papier millimétré
6. Deux lames minces de 1" x 3" chacune
7. Un petit miroir de 1" x 2"
8. Elastique en caoutchouc
9. Lame de métal de 16" de long
10. Clous de 1 1/4" de long (curseur sur le bloc coulissant et aiguille de référence). Des clous plus petits pour clouer la lame métallique et les morceaux de bois entre eux.

Instructions

1. Fabriquez le bloc coulissant avec le morceau de bois de 1/2" x 1/2" x 2". Voir dessin.

2. Clouez deux lames de métal de 8" de long de chaque côté du morceau de bois de même longueur. Assurez-vous qu'environ 1/8 de la hauteur des lames dépasse le morceau de façon à former une glissière pour le bloc coulissant.

3. Fixez ce bloc-glissière à l'un des petits côtés de la planche de 18" de long. Voir dessin.

4. A l'une des extrémités du dernier morceau de bois, sciez deux carrés de 1" de côté à chaque angle de façon à laisser une "oreille" de 1" x 1/2" x 1/4" au milieu.

5. Placez une lame mince sur l'"oreille", bien alignée avec les bords de celle-ci. Percez un trou de 5/32" juste au-dessus de la lame à environ 1" du bord du bloc en bois comme le montre le dessin.

6. Fixez ce morceau de bois au bout de la planche de 18". Peignez-le en noir.

7. Collez une des lames au bois avec de la colle.

8. Fixez la deuxième lame à la première de façon à ce que son extrémité se situe exactement à l'aplomb du trou.

9. Placez le miroir sur les lames de verre, sa surface réfléchissante tournée vers l'extérieur. Le bord droit du miroir doit être aligné sur le bord droit de la première lame de verre. Attachez-le avec un élastique.

10. Otez la tête d'un grand clou et clouez-le sur le bord droit du bloc de bois de 8" de long. Voir dessin.

11. Collez une bande de papier millimétré comme le montre le dessin. L'instrument est prêt pour le calibrage.

Calibrage

1. Pour trouver le point zéro, regardez à travers la rainure du bloc coulissant et faites glisser celui-ci jusqu'à ce que la réflexion de l'aiguille de référence dans le miroir se situe exactement sous le trou que vous avez percé. Notez ce point sur le papier millimétré.

2. Mesurez l'épaisseur d'un bloc de papier. Divisez celle-ci par le nombre de feuilles du bloc pour avoir l'épaisseur d'une feuille.

3. Placez une feuille entre le miroir et la lame de verre. Déplacez le bloc coulissant et alignez l'aiguille de référence sous le trou. Marquez la position du curseur sur le papier millimétré.

4. Ajoutez des feuilles de papier une par une et marquez chaque fois la position du curseur sur le papier millimétré.

5. Chaque division obtenue ainsi est encore subdivisée. Ce micromètre doit être exact à 0.002" près.

Utilisation en classe et en T.P.

1. Sert à mesurer l'épaisseur d'objets extrêmement fins.
2. Sert à démontrer une application simple des lois de la réfraction.

Remarques sur l'emploi et la construction

Que ce soit pendant les séances du club de science ou pendant la classe, quand vous aurez montré à vos élèves comment marche cet instrument, vous leur poserez sans doute les questions suivantes:

1. Expliquez le principe qui gouverne le fonctionnement de ce micromètre optique.
2. Que devez-vous faire pour obtenir une bonne précision de mesures avec cet appareil?
3. On applique le même principe dans d'autres expériences de physique. Pouvez-vous nommer celles-ci?

B A N C O P T I Q U E

Fournitures

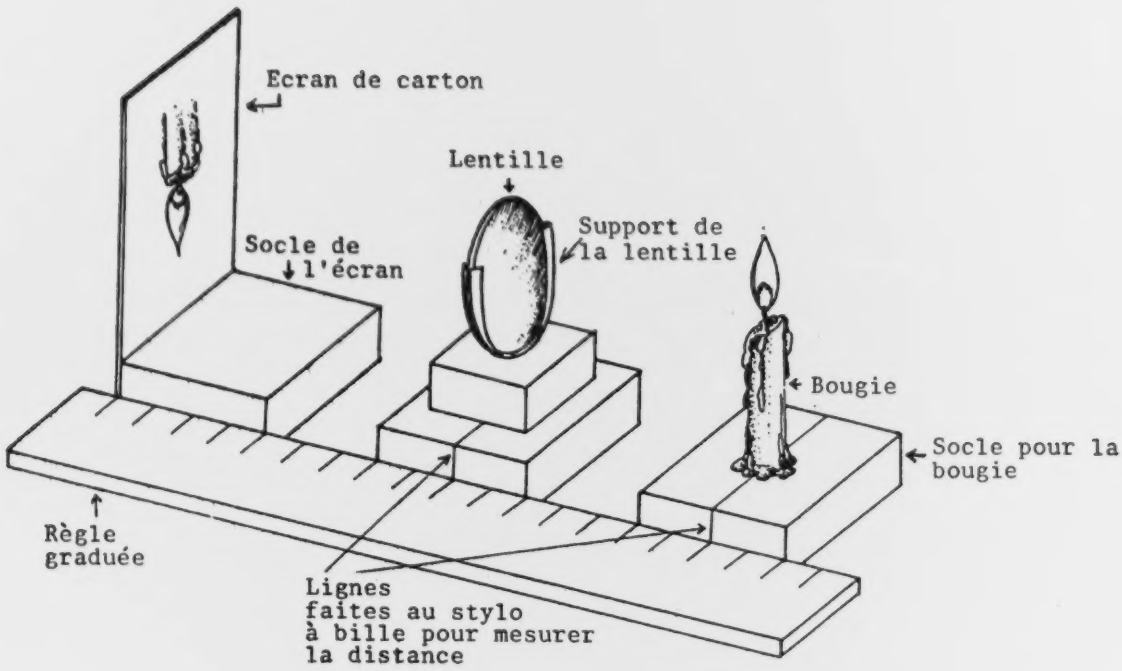
1. Trois socles en bois de 1/2" x 3" x 2"
2. Morceau de bois pour placer la lentille à la bonne hauteur
3. Carton de 3" x 10"
4. Lame métallique fine

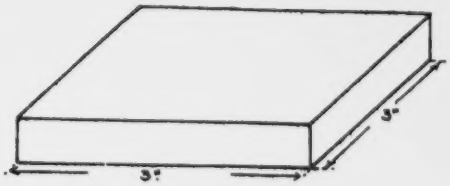
Instructions

1. Taillez les trois socles de bois et passez-les au papier de verre.

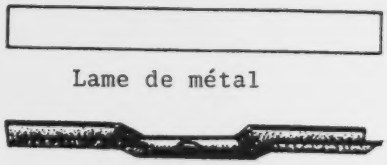
2. Socle de l'écran : Appliquez deux couches de vernis et laissez sécher. Attachez-y l'écran de carton de 3" x 10" avec des punaises ou des petits clous.

BANC OPTIQUE





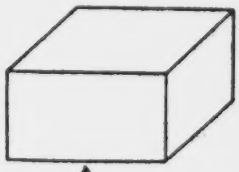
Socles



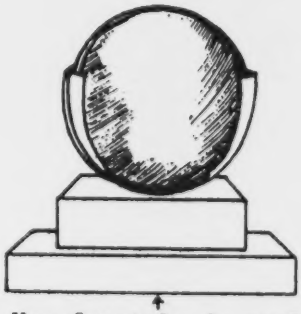
Lame de métal

Pliez les extrémités de la lame en forme de V

Recourbez-la comme ceci



Socle pour le support de la lentille



Vue frontale du socle de la lentille

3. Socle de la bougie : A l'aide d'un stylo à bille et d'une règle en T, tracez une ligne médiane sur le dessus et sur l'un des côtés du socle comme l'indique le dessin.

4. Support de la lentille : Avec un morceau de bois, faites une petite marche de 1" de haut que vous fixerez sur le troisième socle en bois. Attachez-y un support de lentille en forme de U que vous fabriquerez en courbant une lame métallique ainsi que le montre le dessin. Ce support doit avoir une section transversale en forme de V pour empêcher la lentille de glisser. Recouvrez-le de scotch pour éviter de rayer la lentille.

5. Faites une marque au stylo sur un côté du socle pour indiquer l'emplacement de la lentille et recouvrez de deux couches de vernis.

Utilisations en classe et en T.P.

1. Sert à trouver les distances focales de petits miroirs concaves et de lentilles convexes.
2. Sert à démontrer la formation d'images différentes quand la lentille est à des distances différentes de l'objet.
3. Sert à explorer la relation entre le "U" et le "V.

Suggestions de travaux de recherche

1. Comment pourriez-vous améliorer l'appareil afin d'obtenir une image très nette?

2. Pouvez-vous expliquer le principe qui régit un appareil photographique et une lanterne magique en vous servant du banc optique?

3. Si on vous donne le banc optique et une deuxième lentille, pouvez-vous construire un microscope et un télescope? Quelles sont les conditions à remplir pour cela? Comment pouvez-vous les définir en vous servant d'un simple banc optique?

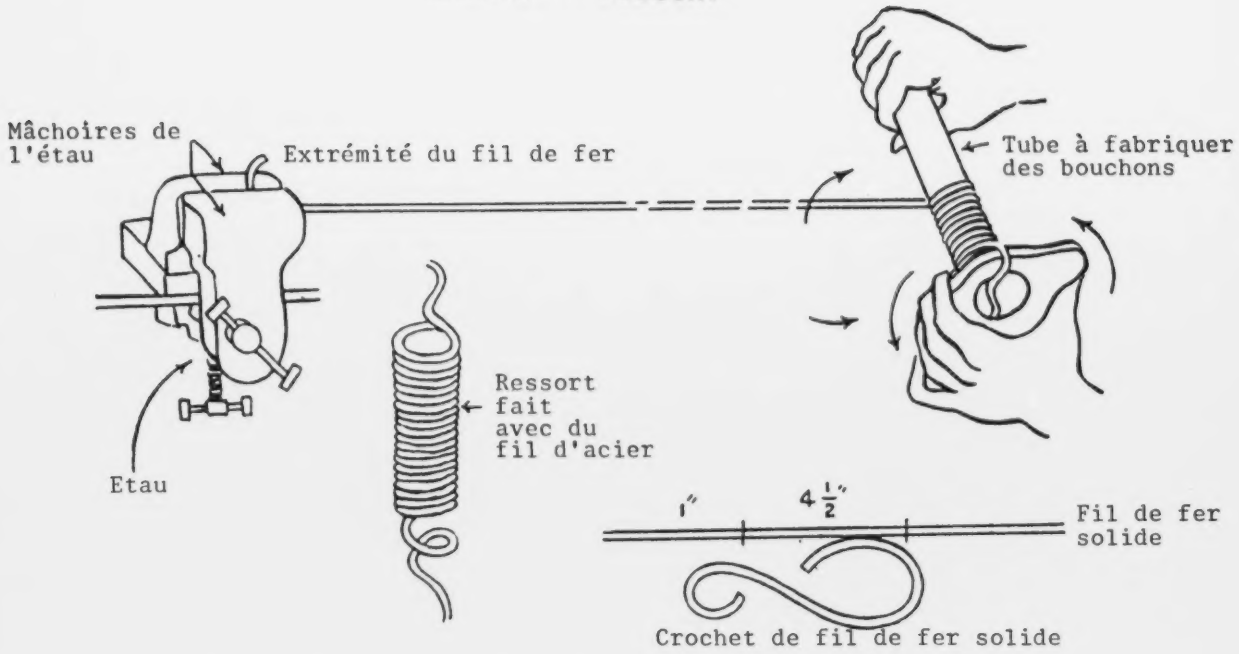
4. Pouvez-vous rendre les rayons lumineux visibles afin d'observer comment ils convergent et divergent?

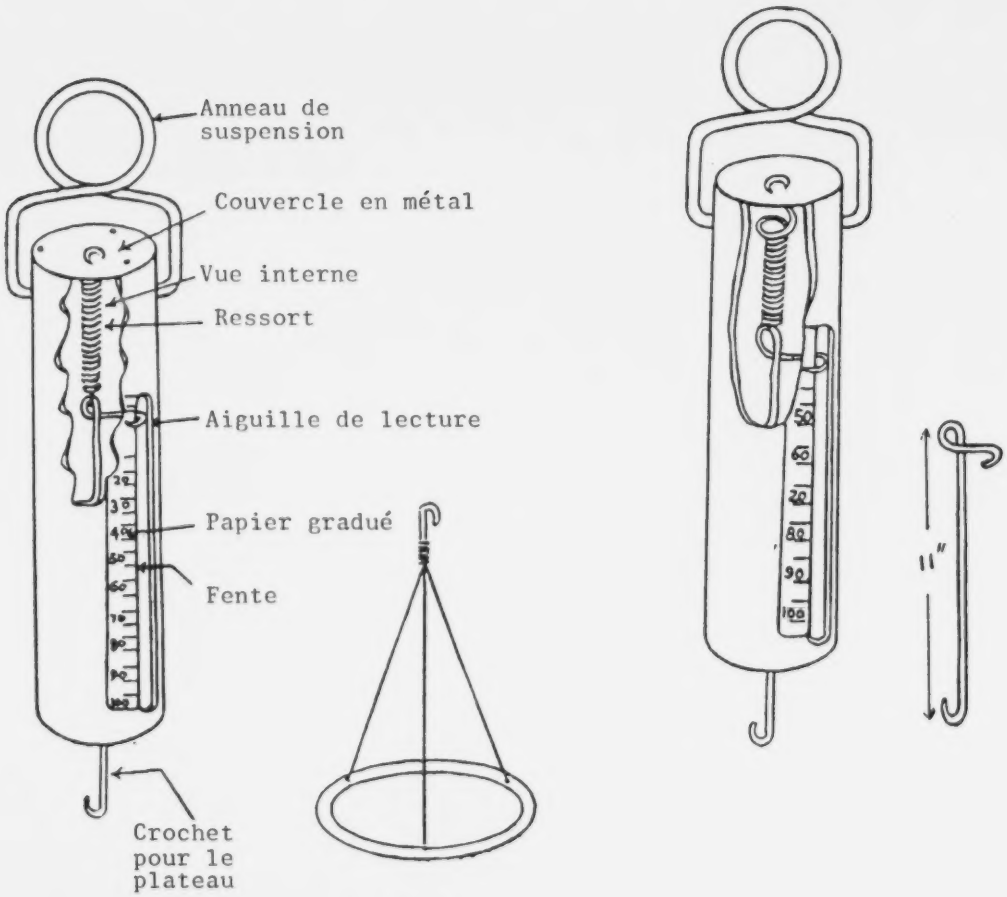
5. Démontrez le phénomène d'agrandissement.

6. Quel est le rapport entre la distance à l'écran et l'ampleur de l'agrandissement?

7. Quel est le rapport qui existe entre la distance focale des lentilles et leur pouvoir d'agrandissement?

BALANCE A RESSORT





B A L A N C E A R E S S O R T

Fournitures

1. Quatre pieds de fil d'acier
2. Tige de bambou de 9" de long
3. Deux couvercles métalliques pour le dessus et le fond
4. Fil de fer n°14 de 18" de long
5. Plateau de pesée fabriqué dans un cercle de métal de 2 1/2" de diamètre

Instructions

1. Pour faire le ressort, serrez le fil d'acier et un objet métallique cylindrique d'un diamètre convenable (environ 1/8") dans les machoires d'une perceuse. Une personne tourne la manivelle, enroulant le fil régulièrement sur le cylindre, tandis qu'une autre tend le fil. Ce travail terminé, recourbez les deux extrémités du fil en forme de crochets.

2. Alignez le haut du ressort sur le haut du tube de bambou et marquez sur l'extérieur du tube l'emplacement du bas du ressort au repos. Puis étirez le ressort au maximum sans le déformer et marquez également cette position. Tracez une ligne droite entre ces deux points.

3. Avec une mèche de 1/4" percez des trous le long de la ligne tous les 1 1/2". Avec un couteau à bois, ôter le bois restant entre les trous en prenant soin de ne pas fendre le bambou en deux.

4. Pour faire l'aiguille de lecture, courbez le morceau de fil de fer de 18" de long à 7" du bout et donnez lui la forme indiquée sur le dessin. Attachez le ressort à la boucle ainsi formée et introduisez le tout dans le tube de bambou. Fixez l'autre bout du ressort au couvercle de métal et clouez celui-ci au tube de bambou avec de petits clous. La partie "aiguille de lecture" du fil de fer doit sortir par la fente. Recourbez-la pour qu'elle soit bien horizontale.

5. Percez un trou de 3/16" au centre du morceau de métal utilisé pour le fond de la balance. Passez le fil de fer par le trou et clouez le fond au tube de bambou. Recourbez l'extrémité du fil de fer en forme de crochet.

6. Collez une bande de papier millimétré sur le bambou le long de la fente sous l'aiguille de lecture.

7. Marquez des augmentations de poids, de 5 g en 5 g, sur le papier millimétré en utilisant des poids. Souvenez-vous de faire les réajustements nécessaires dans vos calculs si vous utilisez un plateau de balance.

Utilisations en classe et en T.P.

1. Pour illustrer la loi de Hook
2. Pour démontrer comment on calibre la balance à ressort
3. Pour vérifier et appliquer le principe d'Archimède
4. Pour mesurer les forces lorsqu'on utilise un levier ou un plan incliné

Suggestions de travaux de recherche

1. Faites des ressort de même diamètre mais de longueurs différentes. Trouvez la relation existant entre la longueur d'extension et la force appliquée.

2. Prenez un élastique de longueur égale au ressort et comparez les différences d'extension entre le ressort et l'élastique pour des poids semblables.

3. Puisque l'air est un matériau élastique, comment pourriez-vous construire une balance à "ressort d'air" ?

4. Calculez le pourcentage d'erreurs obtenues lors des pesées avec la balance à "ressort d'air", la balance à ressort et la balance ordinaire.

5. Utilisez des fils de métaux différents, de longueurs et de diamètres différents et comparez leur pouvoir d'extension.

B A L A N C E A U N S E U L P L A T E A U

Fournitures

1. Socle en bois de 6" x 5" x 1/2"
2. Montant en bois de 7" x 2 1/2" x 1/2"
3. Une règle de bois 1" de long
4. Deux contreforts en bois de 2 1/2" x 1/2" x 1/2"
5. Un rayon de bicyclette
6. Fil de fer solide de 12 1/2" de long
7. Une lame de rasoir
8. Morceau de métal de 3" x3"
9. Trombones
10. Rondelle métallique, ou tout autre poids, de 20 g
11. Une grosse paille de balai
12. Carton

Instructions

1. Taillez et passez au papier de verre tous les morceaux de bois.

2. Faites un entaille de 2 1/2" x 1" à l'un des bouts du montant de bois.

3. Passez au vernis tous les morceaux de bois.

4. Faites un petit trou dans la règle en bois au niveau de la graduation 2", un peu au-dessus de la ligne médiane longitudinale de la règle.

5. Pratiquez un autre trou de 1/10" au niveau du 0, juste au-dessous de la ligne médiane longitudinale de la règle.

6. Fixez le montant en bois exactement au milieu du socle, c'est à dire à 2 3/4" du bord de chacun des petits côtés du socle.

7. Clouez les contreforts de chaque côté du montant.

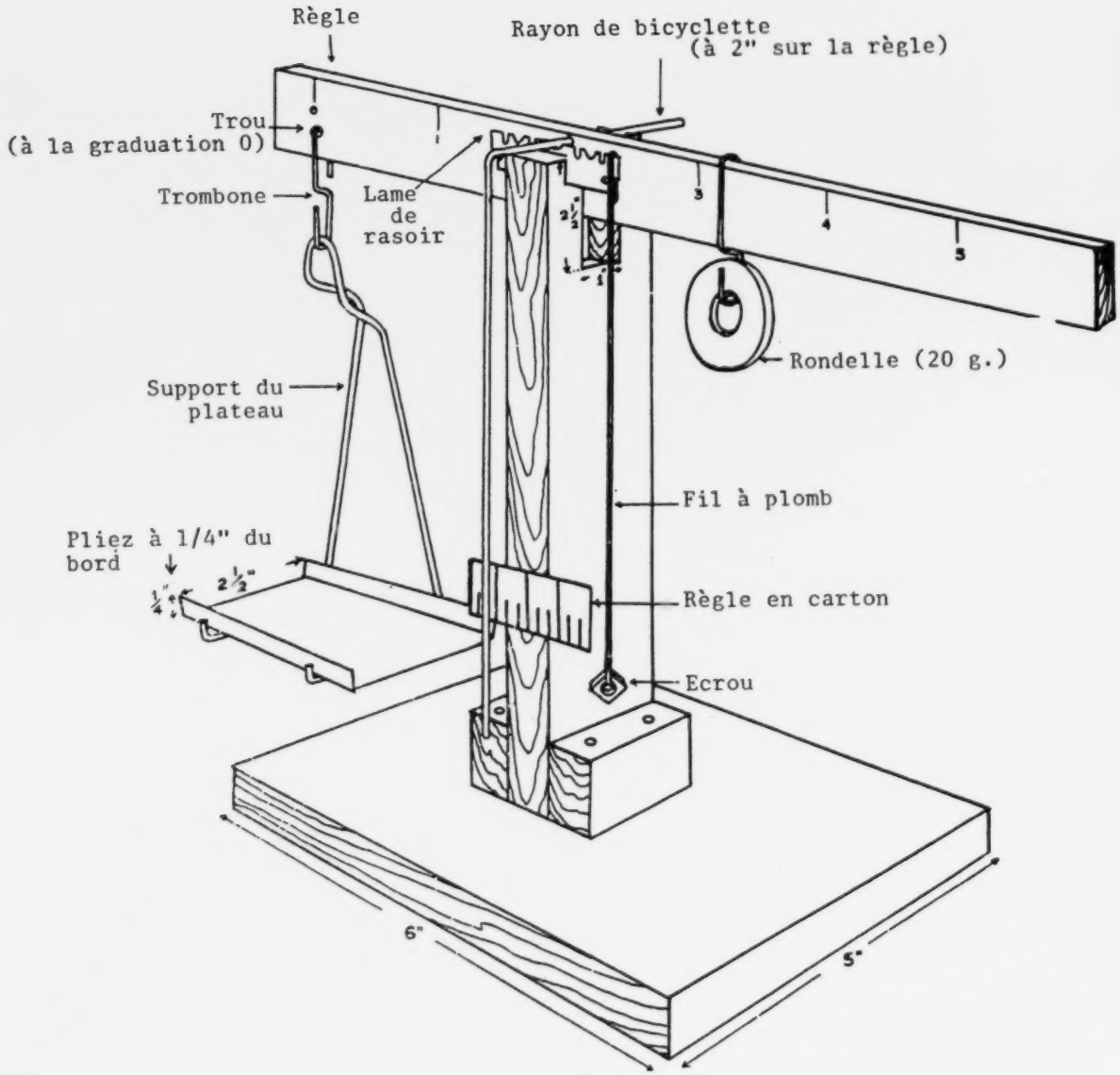
8. Introduisez le rayon de bicyclette dans le premier trou que vous avez pratiqué dans la règle. Coincez-le avec de la cire à cacheter.

9. Piquez la paille de balai au bout du rayon de bicyclette, le bout qui se trouve sur le devant de la règle.

10. Sciez deux fentes de 1/5" de profondeur dans le haut du montant en bois. Voir dessin.

11. Introduisez dedans les deux demi-lames de rasoir et fixez-les en place avec de la cire à cacheter.

BALANCE A UN SEUL PLATEAU



12. Etirez un trombone pour faire un crochet comme l'indique le dessin. Passez ce crochet dans le trou pratiqué au point 0 de la règle.

13. Avec le fil de fer, fabriquez un support de plateau. Voir dessin.

14. Faites un plateau avec le morceau de métal comme l'indique le dessin.

15. Collez la règle en carton au bas du montant en bois.

16. Equilibrez la balance avec une rondelle métallique épaisse coulissant sur le bras libre de la balance.

17. Suspendez un fil à plomb (écrou attaché à un fil) au bout de la lame de rasoir.

Calibrage

1. Collez une bande de papier blanc sur le bras libre de la balance.

2. Mettez 10 g sur le plateau. Faites coulisser la rondelle le long du bras de la balance jusqu'à ce que l'aiguille de lecture soit bien verticale. Marquez cette position : 10.

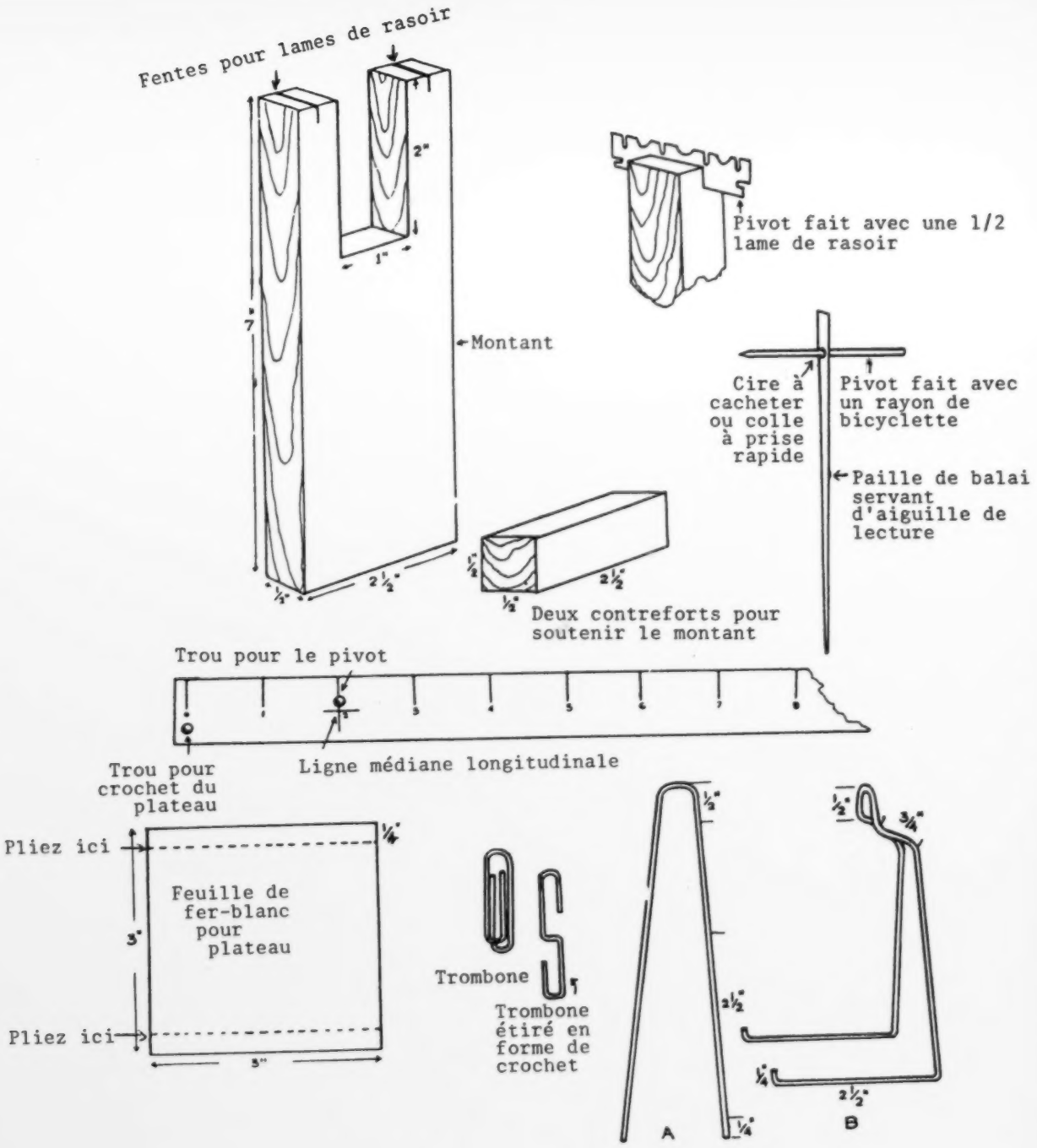
3. Placez 20 g sur le plateau. Faites de nouveau coulisser la rondelle jusqu'à la position d'équilibre et marquez cet emplacement : 20.

4. Continuez le calibrage jusqu'au bout du balancier.

Utilisations en classe et en T.P.

Cet appareil est utile lorsque le nombre de séries de poids est insuffisant pour le groupe d'élèves concerné. Il offre une solution facile, rapide et peu onéreuse à une telle situation. Il sert également d'application pratique au principe du levier.

BALANCE A UN SEUL PLATEAU



L E V I E R

Matériel nécessaire à la construction

1. Une règlette en bois de 1/2" x 1/2" x 24"
2. Un socle en bois de 1/2" x 3" x 4" (scié dans une planche de 3")
3. Deux montants en bois de 1/2" x 1/2" x 6"
4. Une entretoise de 1/2" x 1/2" (voir 3 ci-dessous)
5. Une lame de rasoir

Instructions

1. Taillez et passez au papier de verre les morceaux de bois 1, 2 et 3 ci-dessus.

2. Pratiquez deux encoches sur les grands côtés du socle pour les montants: faites deux entailles à la scie et ôtez les morceaux avec un ciseau à bois.

3. Taillez l'entretoise à la longueur nécessaire pour qu'elle s'insère entre les montants. Clouez-la en place à environ 1" du haut des montants.

4. Cherchez le centre de gravité de la règlette et percez un trou juste AU-DESSUS du centre de gravité. Le diamètre du trou doit juste permettre au fil de fer de passer au travers; immobilisez celui-ci avec de la cire à cacheter.

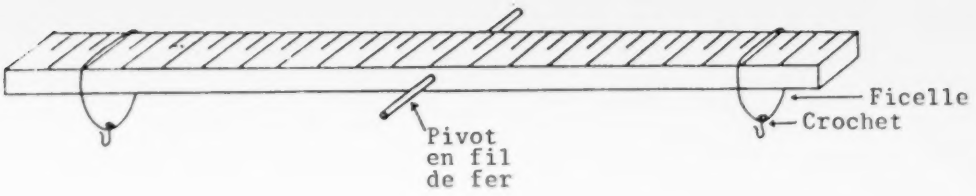
5. Avec un stylo à bille, cochez la règlette tous les centimètres en partant du centre et en allant vers les extrémités.

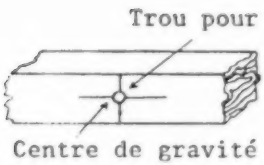
6. Vernissez tous les morceaux de bois en faisant attention à ne pas mettre de vernis sur la lame de rasoir ou le pivot. Si après avoir passé le vernis, la règlette ne s'équilibre pas tout à fait, enfoncez-y par-dessous une aiguille ou une punaise du côté qui convient.

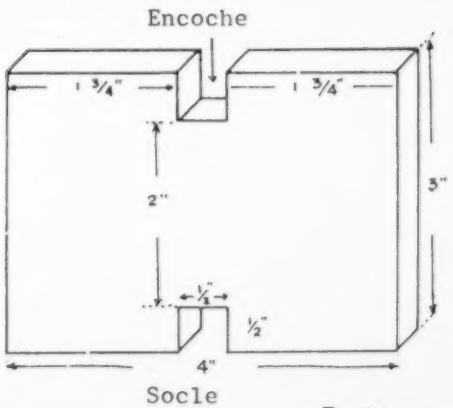
7. Les supports de poids sont faits avec des anneaux de ficelle passés autour de la règlette; on y suspend des crochets faits avec des épingles tordues.

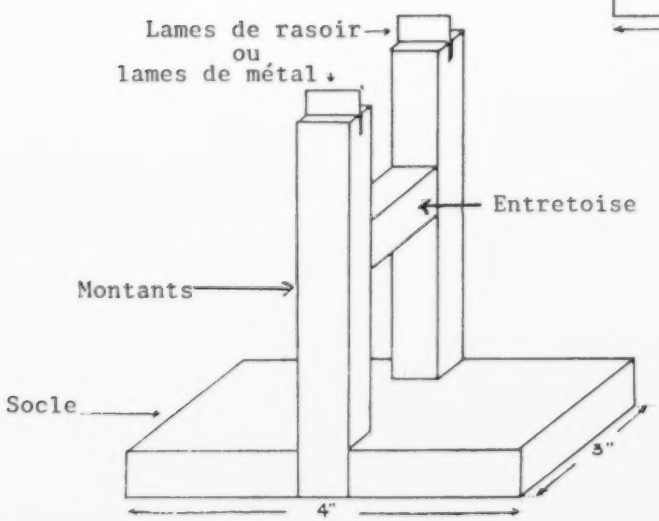
8. Faites une fente étroite en haut de chaque montant et insérez-y les lames de rasoir que vous maintiendrez en place avec de la colle ou de la cire à cacheter de façon à ce qu'elles soient parallèlles et au même niveau. Clouez les montants au socle.

LEVIER

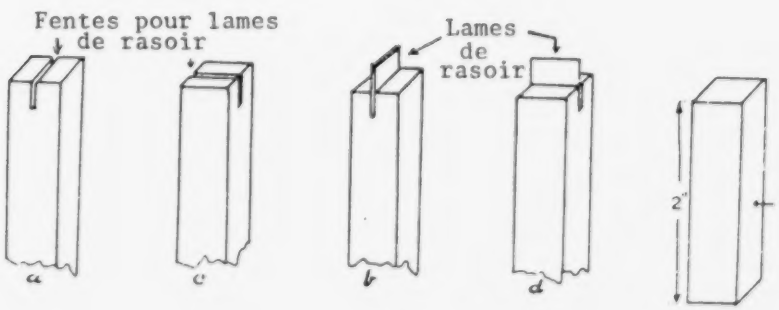

Ficelle
Crochet
Pivot
en fil
de fer


Trou pour le pivot
Centre de gravité


Encoche
1 3/4"
1 3/4"
2"
3"
1/4"
1/2"
4"
Socle


Lames de rasoir
ou
lames de métal
Entretoise
Montants
Socle
3"
4"

Fente
6"
1/2"


Fentes pour lames
de rasoir
Lames
de
rasoir
2"
a
c
b
d

Utilisations en classe et en T.P.

1. Démontrer le principe des moments.

2. Démontrer les trois types de levier.

3. Faire des expériences quantitatives.

Suggestions de travaux de recherche

1. Pourquoi le levier ne s'équilibrerait-il pas si la réglette était placée à l'envers?

2. Pouvez-vous utiliser l'appareil comme une balance à bras égaux?

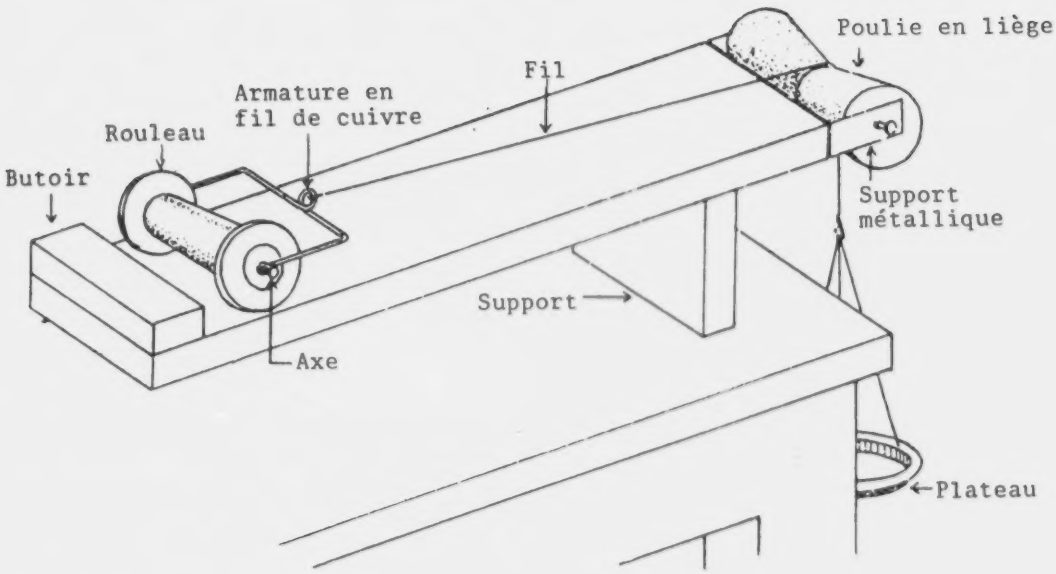
3. Comment pourriez-vous améliorer la sensibilité d'une telle balance?

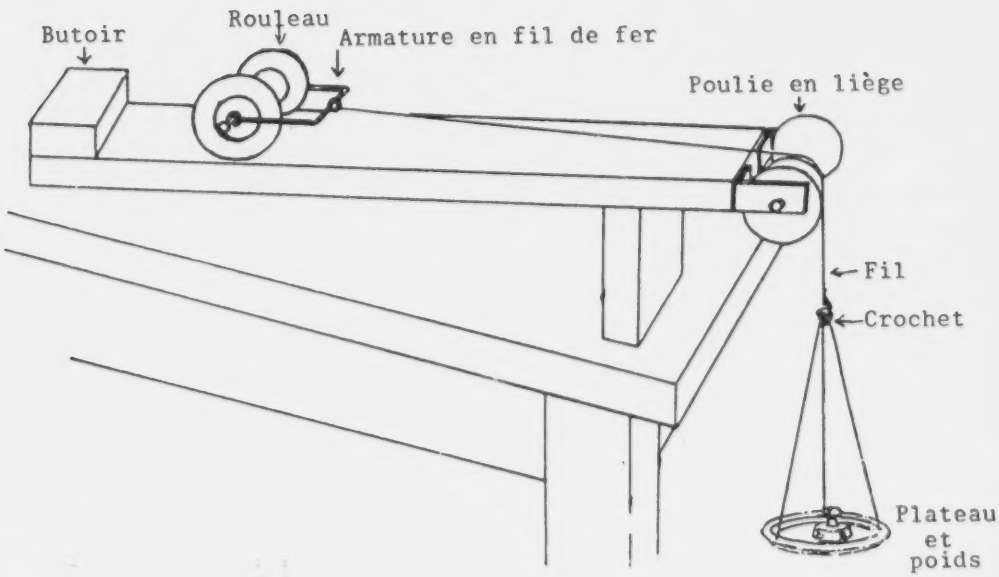
4. Démontrez la première loi des leviers. Tracez la courbe de la force appliquée en fonction de la charge . Quelles conclusions pouvez-vous en tirer?

5. Démontrez la deuxième loi des leviers. Tracez la courbe de la force en fonction de la charge. Quelles conclusions en tirez-vous?

6. Démontrez la troisième loi des leviers. Tracez la courbe de la force en fonction de la charge. Tirez-en vos conclusions.

PLAN INCLINE





P L A N I N C L I N E

Matériel nécessaire à la construction

1. Une planche de 24" x 4" x 1/2"
2. Un support vertical de 4" x 4" x 1/2"
3. Un morceau de bois de 4" x 1" x 1/2" pour le butoir
4. Fil de cuivre flexible de 8" de long
5. Tuyau de 2 1/2" pour le rouleau
6. Quatre bouchons de liège de 1" de long
7. Quatre épingles à tête
8. Deux lames de métal de 2" de long

Instructions

1. Taillez et passez très soigneusement au papier de verre la planche de 24" de long.

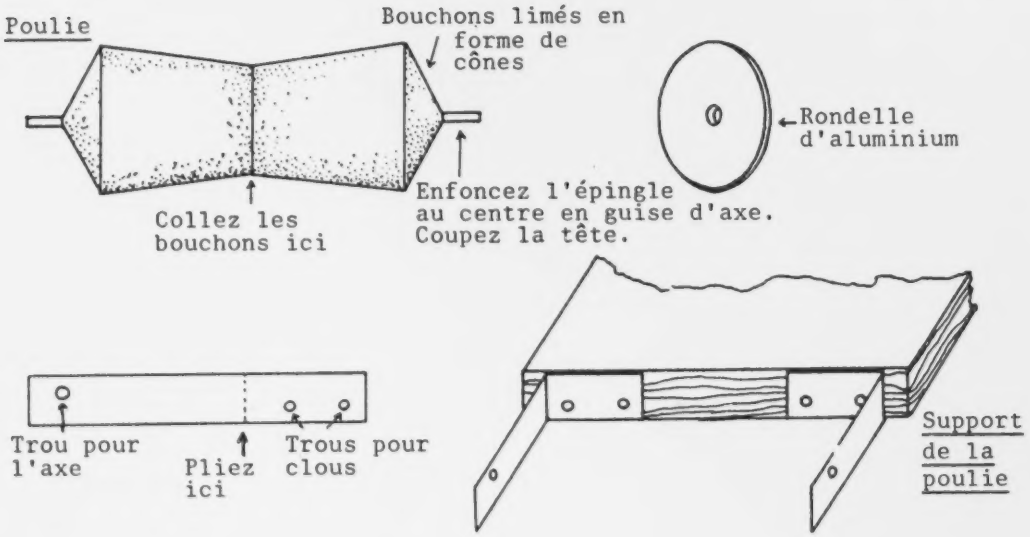
2. Taillez le support vertical et clouez-le à la planche à 1" environ du bout. Passez deux couches de vernis sur le tout et laissez sécher.

3. Rouleau : Enfoncez un bouchon à chaque bout du tuyau. Piquez une épingle au centre de chacun des bouchons sans les enfoncer complètement: laissez-les dépasser d'environ 1/4". Fabriquez l'armature du rouleau avec le fil de cuivre; donnez-lui la forme indiquée sur le dessin. Si le rouleau n'est pas assez lourd, vous pouvez remplir le tuyau soit avec des petits plombs, soit avec du sable. Attention: si vous le remplissez avec du sable, assurez-vous qu'il est bien tassé pour ne laissez aucun espace vide.

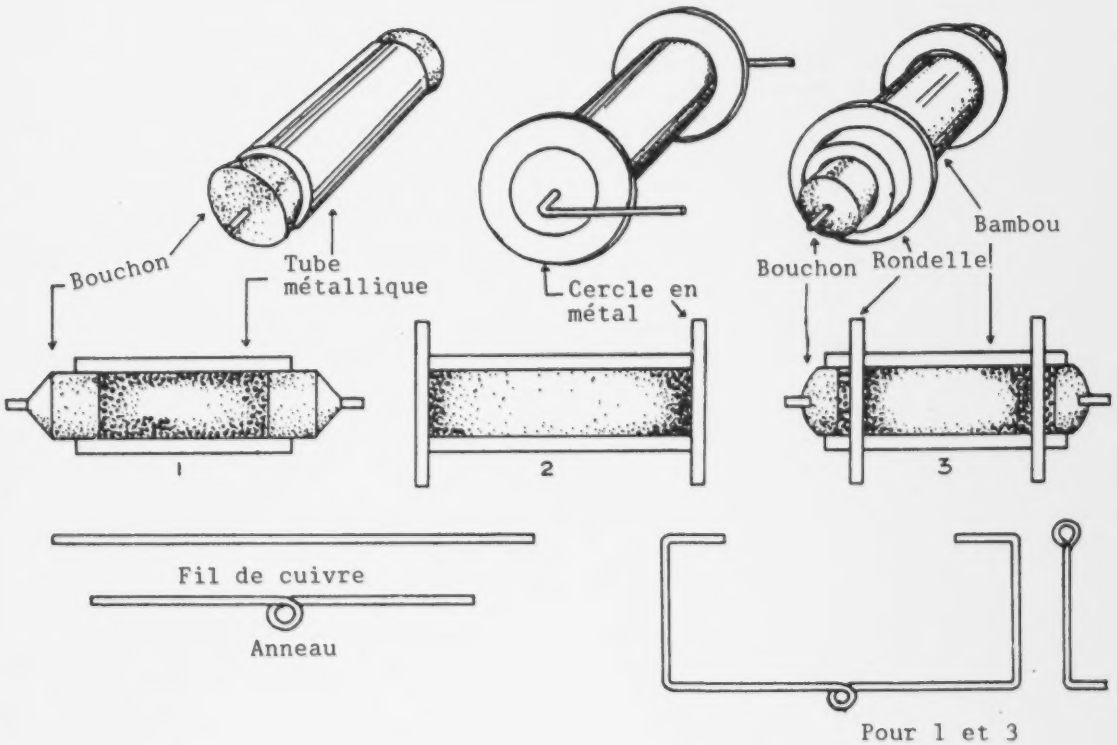
4. Poulie : Collez ensemble les deux petits côtés de deux bouchons avec de la cire à cacheter en prenant soin de bien les faire coincider. Enfoncez une épingle au centre de chacun des bouchons en en laissant dépasser environ 3/8" ou 1/2". Coupez les têtes.
   Faites deux supports de poulie avec les deux lames de métal; donnez-leur la forme indiquée sur le dessin. Fixez-les au bout du plan incliné en laissant entre eux un espace suffisant pour y insérer la poulie. Celle-ci doit tourner librement et ne pas toucher les supports. Pour cela, les bouchons de la poulie doivent être limés en forme de cônes comme l'indique le dessin.

5. Vous pouvez réaliser un plateau de pesée à partir d'un couvercle de boîte métallique (par exemple, celui d'un bidon de kérosène). Avec du fil fin et une épingle que vous aurez au préalable tordue en forme de crochet, attachez le plateau au rouleau.

DETAIL DE LA POULIE ET DE SON SUPPORT



ROLLERS



Utilisations en classe et en T.P.

1. Démontrer le principe du plan incliné en utilisant une balance à ressort.

2. Expliquer les relations existant entre le poids, la force, la longueur et la hauteur du plan incliné.

3. Illustrer qualitativement et quantitativement le rendement du plan incliné.

Suggestions pour travaux de recherche

1. Trouvez expérimentalement la formule du rendement d'un plan incliné.

2. Cherchez les relations existant entre le poids, la force, la longueur et la hauteur du plan incliné.

3. Pourquoi la poulie doit-elle être faite en liège ou en métal léger?

4. Pouvez-vous appliquer ailleurs le principe du plan incliné?

5. Vous pourrez voir le long des rails de chemin de fer des panneaux sur lesquels sont écrites des fractions 1/100 ou 1/1000 ou 1/5, etc. Que signifient ces panneaux?

6. Comment pouvez-vous atteindre le meilleur rendement quand vous tracez une route montante?

7. Quelle est la relation entre l'angle du plan incliné et l'accération de la poulie quand le poids tombe?

S O C L E P O U R P I L E E T I N T E R R U P T E U R

Matériel nécessaire à la construction

1. Socle en bois de 10" x 3" x 1/2"
2. Quatre morceaux de lame métallique de 2" de long
3. Trois boulons, six écrous et six rondelles
4. Un morceau de papier épais de 5" x 4 1/2"
5. Fil de fer moyen de 4" de long

Instructions

1. Pliez, presqu'à angle droit, deux des morceaux de lame métallique, le sommet de l'angle étant au centre.

2. Faites des trous à un des bouts de chaque morceau pour laisser passer les petits boulons.

3. Mesurez 3/4" à partir du bord d'un des petits côtés du socle. A partir de ce point, mesurez 4 3/4", c'est à dire la longueur de deux piles de taille standard, type "D". Faites 2 trous dans le socle à 4 3/4" de distance; vous y visserez les 2 lames de contact en forme de L.

4. A environ 2" de la deuxième lame de contact, faites un autre trou dans le socle pour y fixer la lame de contact de l'interrupteur. Celle-ci est composée d'un court morceau de lamelle métallique légèrement recourbé à un bout. Perforez la lame d'un trou qui laissera passer un petit boulon.

5. Fabriquez l'interrupteur à partir d'un morceau de gros fil de fer rigide dont vous recourberez les bouts en anneaux. Un de ces bouts doit être vissé au socle avec le même boulon qui maintient déjà la deuxième lame de contact en forme de L.

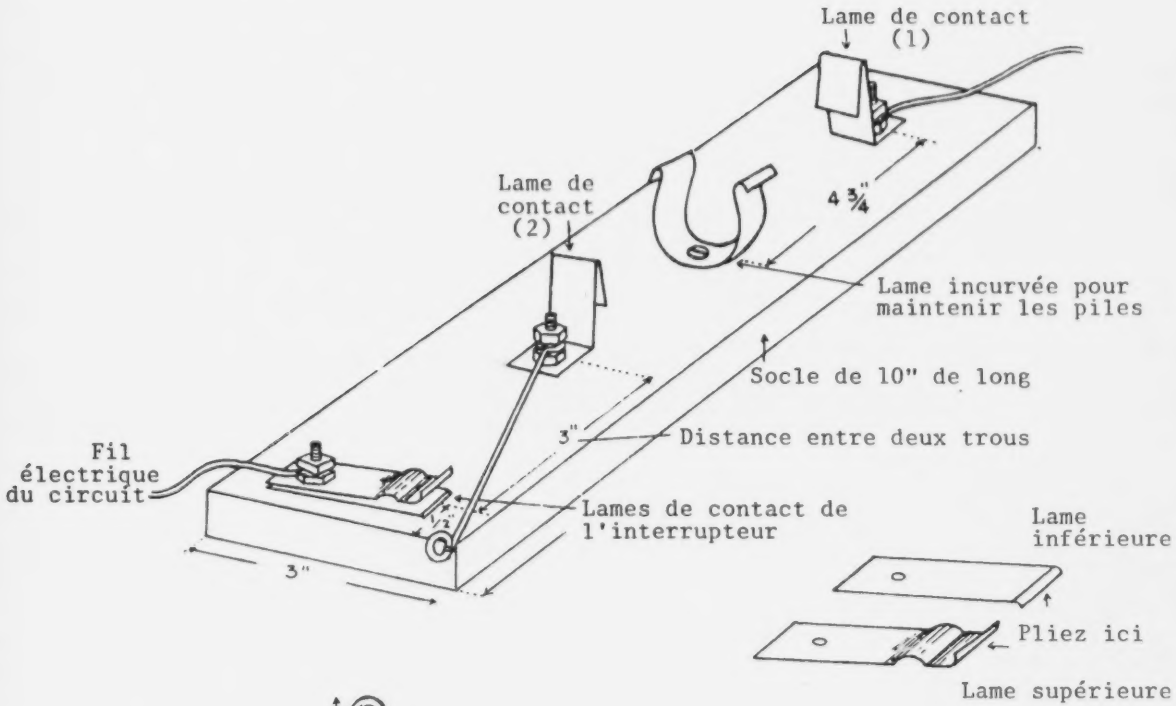
6. Passez deux couches de vernis sur le socle.

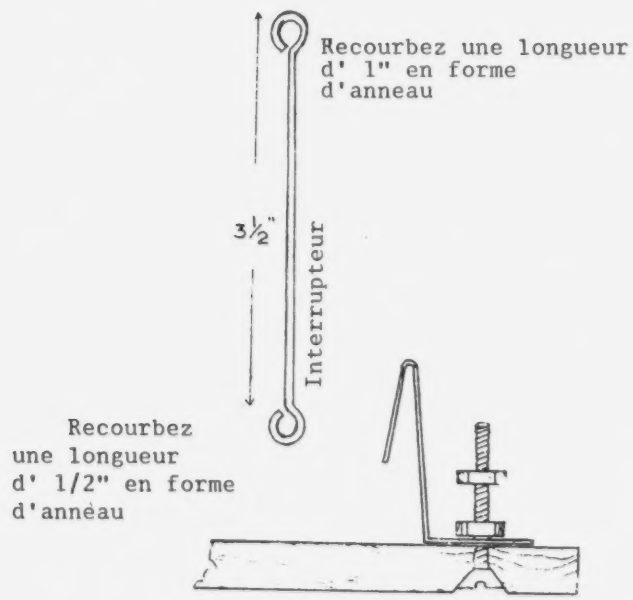
7. Quand il est sec, fixez-y les pièces métalliques avec trois petits boulons. Les têtes de ceux-ci doivent se trouver sous le dessous du socle, dans des trous assez larges, pratiqués avec une mèche plus grosse, pour s'y enfoncer complètement.

8. Entourez les deux piles d'un morceau de papier épais, en vous assurant que celui-ci n'en recouvre pas les deux bouts. Attachez le papier avec une bande de papier adhésif. Le tube de papier ainsi formé maintiendra les piles dans leur support.

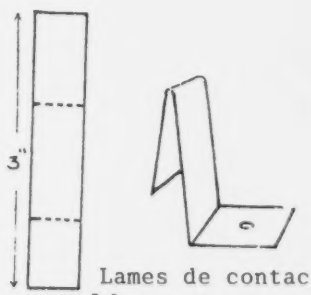
9. Afin d'obtenir un bon contact, il se peut que vous ayez à modifier légèrement la forme des lames en L.

SOCLE POUR PILE ET INTERRUPTEUR





Comment visser une lame de contact



Lames de contact
Vissez-les au socle avec un boulon et un écrou. Utilisez l'autre écrou pour attacher le fil électrique.

Utilisations en classe et en T.P.

Ce socle, très pratique, offre des terminaux pour deux piles standard et un interrupteur qui les relie à un circuit électrique.

Remarques sur l'utilisation et la construction

Assurez-vous que vous passez correctement au papier de verre toutes les surfaces de contact avant l'emploi. La rouille s'y accumule rapidement et fait office d'isolant. Il est recommandé, après emploi, de nettoyer toutes ces surfaces. La rouille s'y accumulera bien moins vite si vous ôtez toute trace de transpiration des doigts.

F L A C O N A V E C D E V E R S O I R

Matériel nécessaire à la construction

1. Une bouteille
2. Un bouchon de liège correspondant au goulot de la bouteille
3. Tube en verre de 8" de long

Instructions

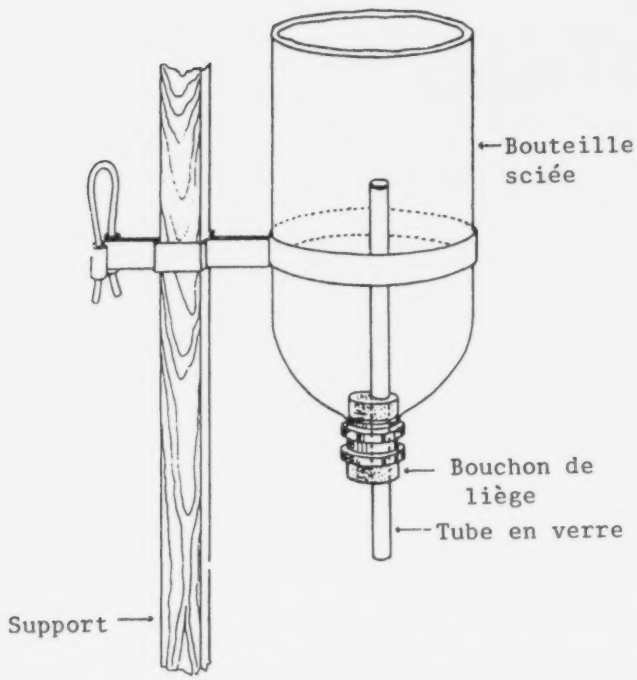
1. Sciez le fond de la bouteille.
2. Percez un trou dans le bouchon, sur le côté, pas au centre.
3. Enfoncez le bouchon dans le goulot.
4. Introduisez-y le tube en verre. Le haut du tube doit se trouver à 1/2" du fond coupé de la bouteille.

Utilisations en classe et en T.P.

1. Mesure du volume des corps irréguliers qui ne rentrent pas dans un cylindre gradué.

2. Récupération de l'eau déplacée par des corps immergés lors de la démonstration du principe d'Archimède.

FLACON AVEC DEVERSOIR

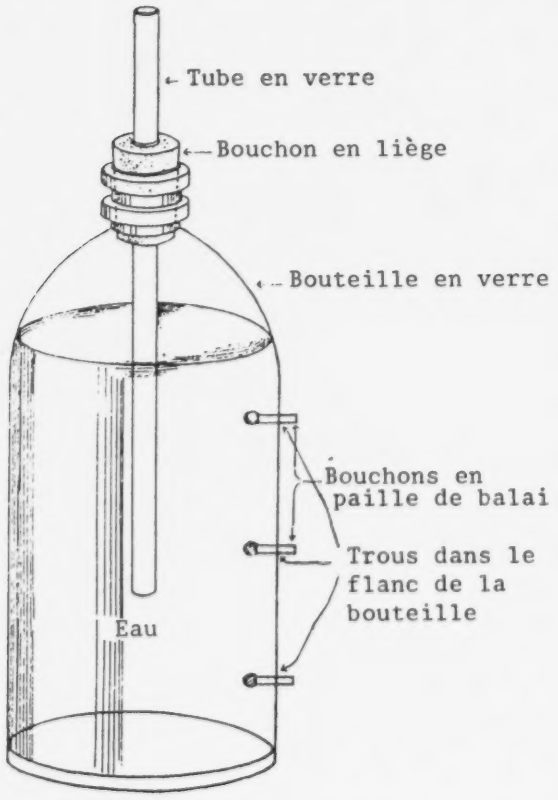


B O U T E I L L E D E R A O

Matériel nécessaire à la construction

1. Une bouteille à goulot étroit
2. Un bouchon en liège, à un trou, de taille correspondant au goulot de la bouteille
3. Un tube en verre, plus long que la hauteur de la bouteille
4. Mélange de térébenthine et camphre

Instructions



BOUTEILLE DE RAO

1. Sur un côté de la bouteille, marquez trois points alignés, équidistants, parallèles à l'axe longitudinal de la bouteille. Voir dessin.

2. Posez une goutte du mélange térébenthine + camphre sur un des points.

3. Cassez la pointe d'une lime triangulaire.

4. Avec le coin pointu du bout de lime que vous venez de casser, vous allez forer un trou là où vous avez mis la goutte de mélange camphre + térébenthine.

5. Lentement, appuyez et forez le verre jusqu'à ce qu'un très petit trou se forme (diamètre environ 1 mm).

6. Renouvelez l'opération pour les deux autres trous.

7. Lavez la bouteille et mettez des pailles de balai dans les trous en guise de bouchons.

Utilisations en classe et T.P.

1. Cet appareil permet un écoulement constant de l'eau et on peut l'utiliser avec l'horloge à eau.

2. C'est aussi un moyen pratique pour démontrer un

phénomène de pression parce que, quand les trois trous sont débouchés en même temps, l'eau coule par le trou C. Elle ne coule pas par le trou B et l'air rentre, en faisant des bulles, par le trou A.

Notes concernant l'utilisation et la construction

Demandez à vos élèves ce qui se passera si vous débouchez les trois trous. Pourquoi? Après avoir écouté leurs arguments, essayez l'expérience suivante. Si vous débouchez le trou C, l'eau va s'écouler par C parce que la pression vers l'extérieur de la colonne d'eau en C est supérieure à la pression atmosphérique vers l'intérieur de la bouteille. Si vous débouchez seulement le trou B, il ne doit y avoir aucun écoulement, parce que l'eau qui s'écoulerait par B serait immédiatement remplacée par l'eau du tube en verre. Et si cela devait se passer, le niveau d'eau dans le tube serait plus bas que le niveau d'eau dans la bouteille. Or la pression vers le haut dans le tube (pression exercée par l'eau de la bouteille) est supérieure à la pression vers le bas de la colonne d'eau dans le tube ce qui force l'eau à remonter dans le tube. C'est pourquoi l'eau ne peut pas couler par le trou B. Si vous débouchez le trou A seulement, il n'y aura pas de mouvement d'eau pour la même raison que ci-dessus. Tout flux vers l'extérieur au point A provoquerait une chute du niveau d'eau dans le tube créant une dépression. Mais puisque la pression vers le haut (exercée par l'eau de la bouteille) à ce point-là reste constante, l'eau ne peut pas s'écouler du tube. C'est pourquoi il n'y a pas d'écoulement en A.

B A L A N C E O R D I N A I R E

Matériel nécessaire pour la construction

1. Socle en bois de 10" x 4" x 1"
2. Planche de 7 1/2" x 3" x 1"
3. Deux morceaux de bois de 3" x 1" x 1" (environ)
4. Un morceau de 2 1/2" x 1" x 1/2"
5. Deux rayons de bicyclette
6. Une grande aiguille à coudre
7. Une lame de rasoir
8. Deux plaques de fer-blanc
9. Fil de fer n° 16
10. Deux boulons de diamètre 3/16" et longs de 1 1/2"
11. Une paille de balai

BALANCE ORDINAIRE
(VUE EN PERSPECTIVE)

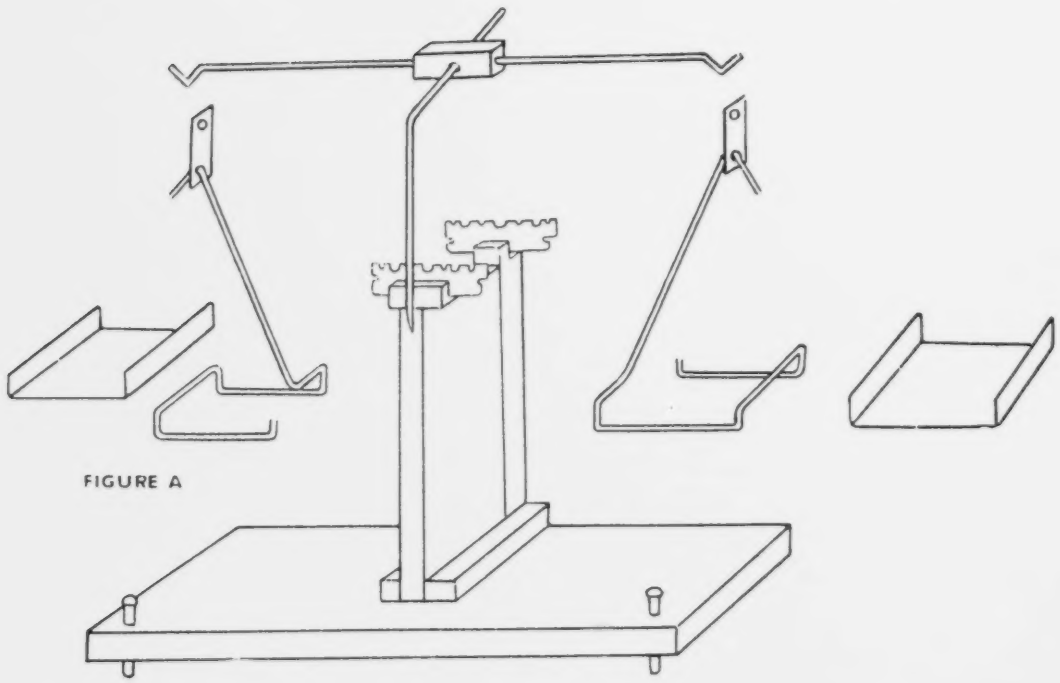


FIGURE A

Méthode de construction

1. Taillez et passez au papier de verre les morceaux de bois. Prenez le montant (7 1/2" x 3" x 1") et taillez-lui une encoche de 1" x 1" au centre de l'un des bouts.

2. Clouez ce montant au milieu du socle en faisant bien coincider les bords à l'arrière, ce qui laisse environ 1" entre le devant du montant et le devant du socle.

3. Fixez les deux morceaux de bois de 3" x 1" x 1" de chaque côté du montant en guise de contreforts. Voyez le dessin. Vérifiez la précision de votre travail jusqu'ici.

4. Vernissez l'ensemble obtenu.

5. Dans le morceau de bois de 2 1/2" x 1" x 1/2", percez un trou de taille convenable pour maintenir fermement l'aiguille à coudre. Ce trou doit se situer juste au-dessus du centre de gravité du morceau de bois. Plus le support se trouvera près du centre de gravité, plus la balance sera sensible. Ce trou doit aussi être exactement perpendiculaire (normal) aux côtés de 2 1/2" x 1" du morceau de bois (voir dessin).

6. Dans les petits côtés du même morceau de bois, légèrement en dessous du point d'appui, percez deux trous avec un rayon de bicyclette pointu (aiguisé avec une lime triangulaire). Faites des trous profonds d'environ 3/4". Vous y visserez dedans les bras (les deux rayons de bicyclette) du fléau de la balance (voir dessin).

7. Dans chaque rayon de bicyclette, coupez un morceau de 8" de long, en vous assurant que le bout fileté fait partie de ces 8". Pliez chaque morceau comme le montre le dessin.

8. Vissez ces deux bras dans les trous pratiqués dans le bloc balancier. Assurez-vous que les points de suspension des deux plateaux soient bien à égale distance du couteau. (Vous pourrez vérifier cela quand la balance sera terminée)

9. Taillez deux rectangles en fer-blanc (voir dessin, fig.G) d'environ 1 1/2" x 1/2". Puis percez deux trous de 3/16" à chaque bout des deux rectangles.

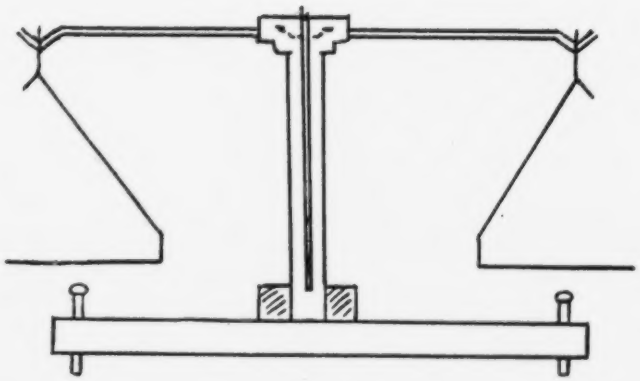
10. Pliez deux morceaux de fil de fer de 16" de long selon la forme indiquée sur le dessin. Ils serviront de support de plateaux.

11. Taillez deux carrés de 3 1/2" de côté dans une plaque de fer-blanc. Donnez-leur la forme indiquée sur le dessin. Arrangez-vous pour que ces plateaux s'encastrent bien dans leurs supports.

12. Coupez en deux, dans le sens de la longueur, une lame de rasoir.

BALANCE ORDINAIRE

Figure B



Vue frontale

Figure C

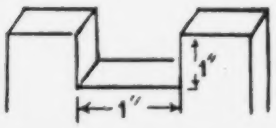


Figure D

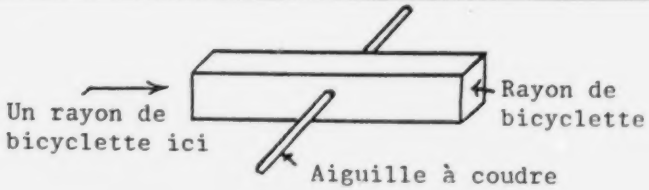
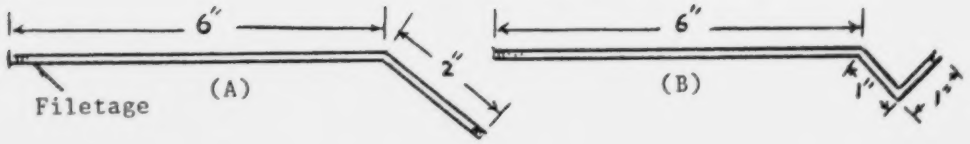
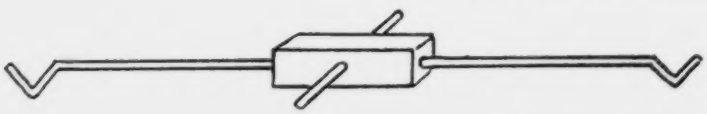


Figure E



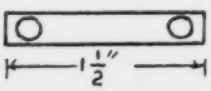
Bras de la balance

Figure F



Fléau de la balance

Figure G



13. Insérez chaque demi-lame de rasoir dans le haut du montant, de part et d'autre de l'encoche de 1" x 1". Assurez-vous que la distance entre les lames n'est pas supérieure à la longueur du couteau de la balance. De plus, les indentations centrales des deux lames doivent être exactement alignées.

14. Percez deux trous de 3/16" dans les coins gauche et droit du devant du socle à environ 1/2" des bords. Elargissez la base des trous pour y noyer la tête des écrous. Vous pouvez les maintenir en place en clouant deux petites plaques de fer-blanc par-dessus les trous. En vissant plus ou moins les boulons dans ces écrous, vous pouvez mettre la balance bien à plat.

15. En guise de troisième pied pour le socle, enfoncez à demi un clou sous la base, au milieu du bord arrière.

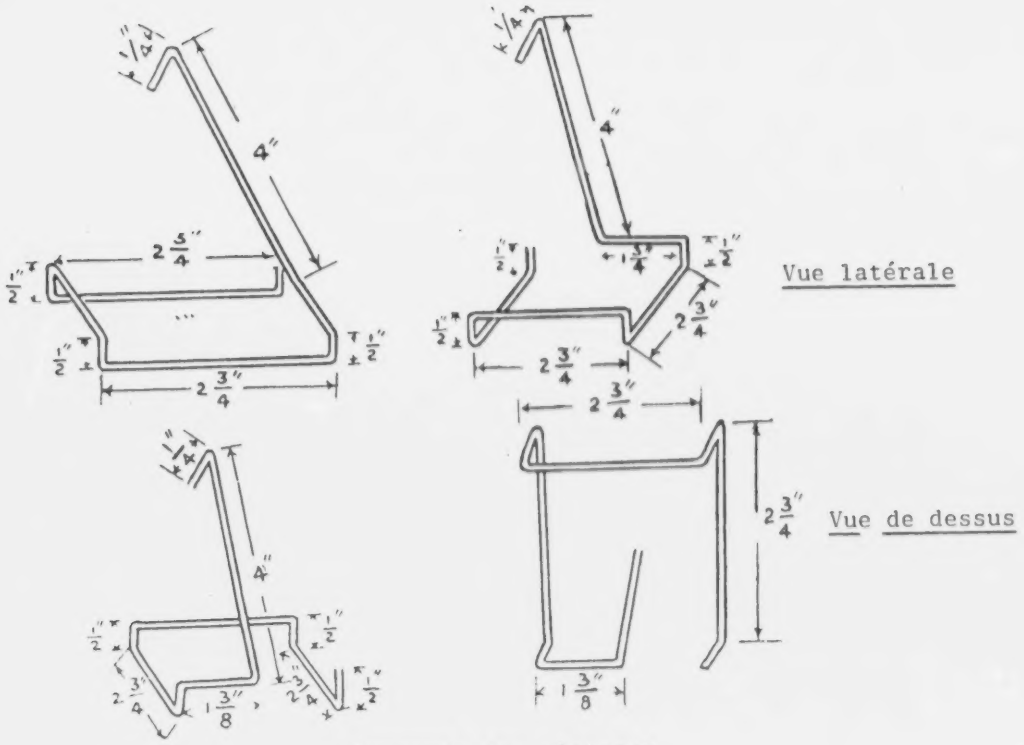
16. Plantez un clou sur le côté droit du montant, le laissant dépasser d'environ 3/4". Fixez-y un fil au bout duquel vous attacherez une aiguille. Calculez la distance exacte à partir du point de suspension du fil jusqu'au côté droit du support et jusqu'à l'arrière de la balance. A exactement les mêmes distances du devant et de l'arrière de la balance, dans le socle, plantez un clou. Celui-ci doit dépasser d'environ 1/2". Quand l'aiguille se trouve exactement au-dessus du clou, la balance est à plat. Vous y arriverez en vissant plus ou moins les boulons qui servent de pieds de devant à la balance.

17. L'aiguille qui sert de couteau doit être assez longue pour dépasser un peu le montant. Dans le chas de l'aiguille, que vous aurez soin de placer vers l'avant de la balance, passez une épingle à laquelle vous attacherez un brin de paille de balai. Arrangez le tout pour que le brin de paille soit exactement perpendiculaire aux bras de la balance.

18. Placez un tableau de valeurs derrière le brin de paille sur le montant.

Pour équilibrer la balance

Après avoir suspendu les plateaux aux bras de la balance et mis le cadran gradué au bas du montant, vous devez maintenant vérifier que les bras sont de longueurs égales. Equilibrez temporairement l'appareil en mettant quelques poids du côté le plus léger. Quand l'ensemble est équilibré, ajoutez exactement le même poids dans chaque plateau. Si l'index de lecture directe se maintient à zéro, alors c'est



Supports des plateaux

Figure I 3/8" 3/8" 2 3/4"

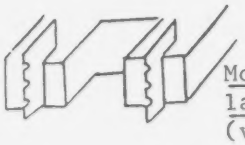
Plateau

Figure J

Lame de rasoir coupée en 2

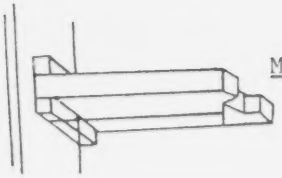
Support du couteau

Figure K



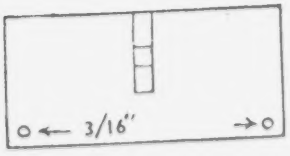
Montant avec lames de rasoir (vu de dessus)

Figure M



Montant avec fil à plomb

Figure L



Socle et montant (vus de dessus)

Socle (vu de dessous) Trous recouverts de 2 petites plaques en fer-blanc

que les bras sont d'égale longueur. Sinon, cela veut dire que le bras qui se trouve le plus bas est trop long et vous pouvez (1) soit visser plus profondément celui-ci dans le bloc-couteau, (2) soit dévisser légèrement le bras le plus court. Puis recommencez à placer des poids égaux dans chaque plateau, jusqu'à ce que les bras soient égaux.
A ce moment-là, vous devez équilibrer la balance de façon permanente, les plateaux étant vides, (1) soit en enlevant un petit morceau au plateau le plus lourd, (2) soit en ôtant une petite longueur de fil du support du plateau le plus lourd.
Enfin, suspendez un morceau de fil de fer de 2" ou 3" de long à l'un des bras: il servira à bien rectifier l'équilibre de la balance.

Suggestions pour travaux de recherche

1. Pourquoi faut-il que le couteau de la balance soit situé au-dessus du centre de gravité?

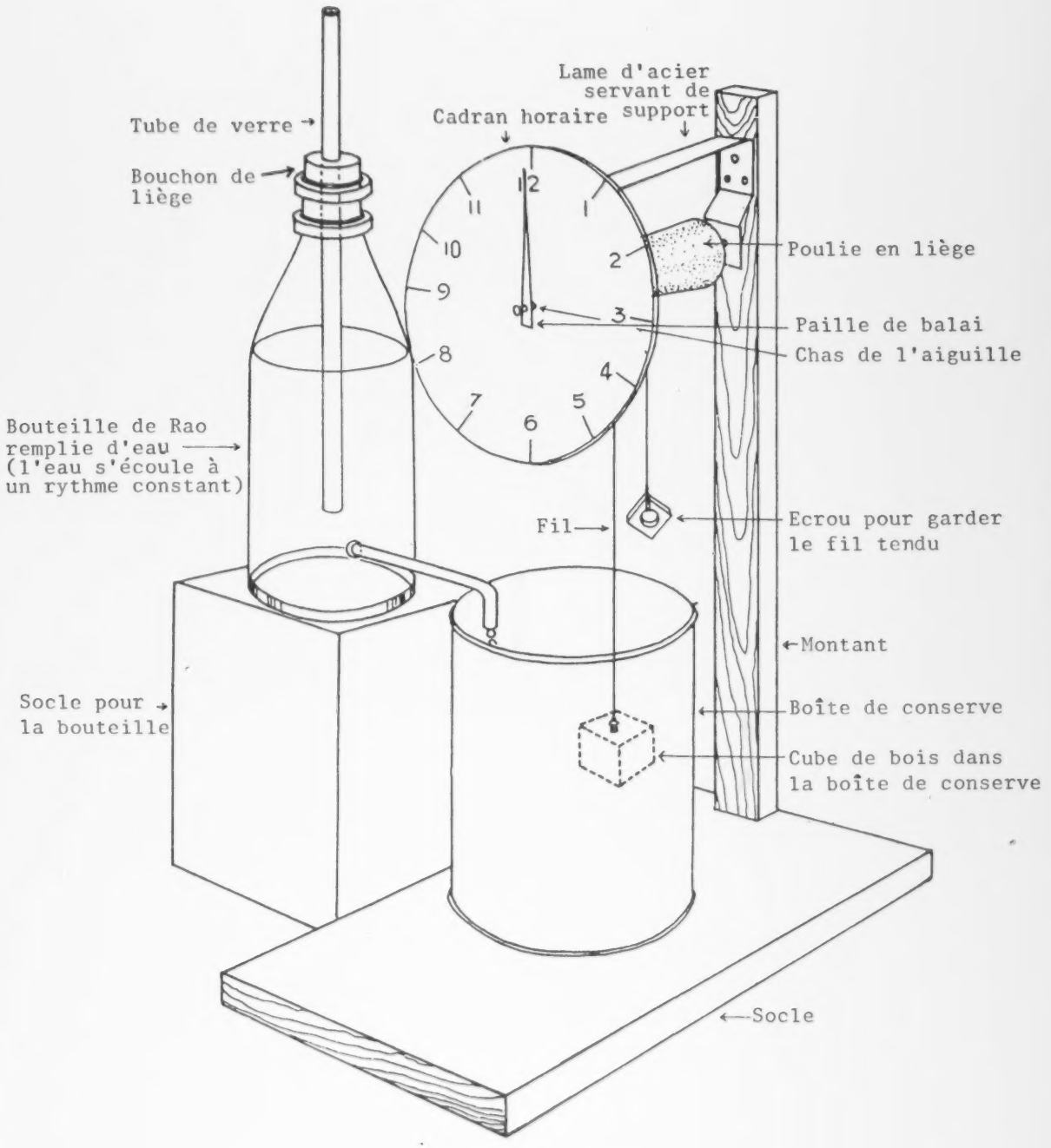
2. Comment pourriez-vous améliorer la sensibilité de cette balance?

3. A quoi sert le fil à plomb? Si vous ne vous en serviez pas lorsque vous équilibrez la balance, quelle erreur introduiriez-vous?

4. Quel est l'intérêt des plateaux suspendus?

HORLOGE A EAU

(VUE EN PERSPECTIVE)



169

H O R L O G E A E A U

Matériel nécessaire à la construction

1. Un petit cube en bois
2. Une vis à oeil
3. De la ficelle
4. Deux petits bouchons de liège
5. Du carton
6. Une grosse aiguille à coudre de 6" de long
7. Socle en bois de 6" x 4" x 1/2"
8. Montant en bois de 24" x 1/2" x 1/2"
9. Une lame de métal
10. Boite de conserve de 3" de diamètre et de 12" de haut
11. Une bouteille de Rao

Instructions

1. Taillez et passez au papier de verre le socle et le montant. Assemblez-les comme l'indique le dessin.

2. Pliez la lame de métal en U. Percez des trous à 3/10" des bords. Fixez-la au montant.

3. Collez ensemble les deux petits bouts des bouchons (vous pouvez utiliser de la cire à cacheter).

4. Enfoncez l'aiguille dans les deux bouchons, en passant bien par le milieu des deux faces. Elle servira d'axe à la poulie. Fixez la poulie dans la lame d'acier.

5. Vissez la vis à oeil dans le cube de bois et attachez la ficelle à l'oeil de la vis. Attachez un écrou à l'autre bout de la ficelle afin de la maintenir tendue une fois passée par dessus la poulie.

6. Mettez la boîte de conserve sur le socle, près du montant et placez le cube de bois dedans.

7. Placez la bouteille de Rao de telle manière que l'eau de la bouteille s'écoule dans la boîte de conserve.

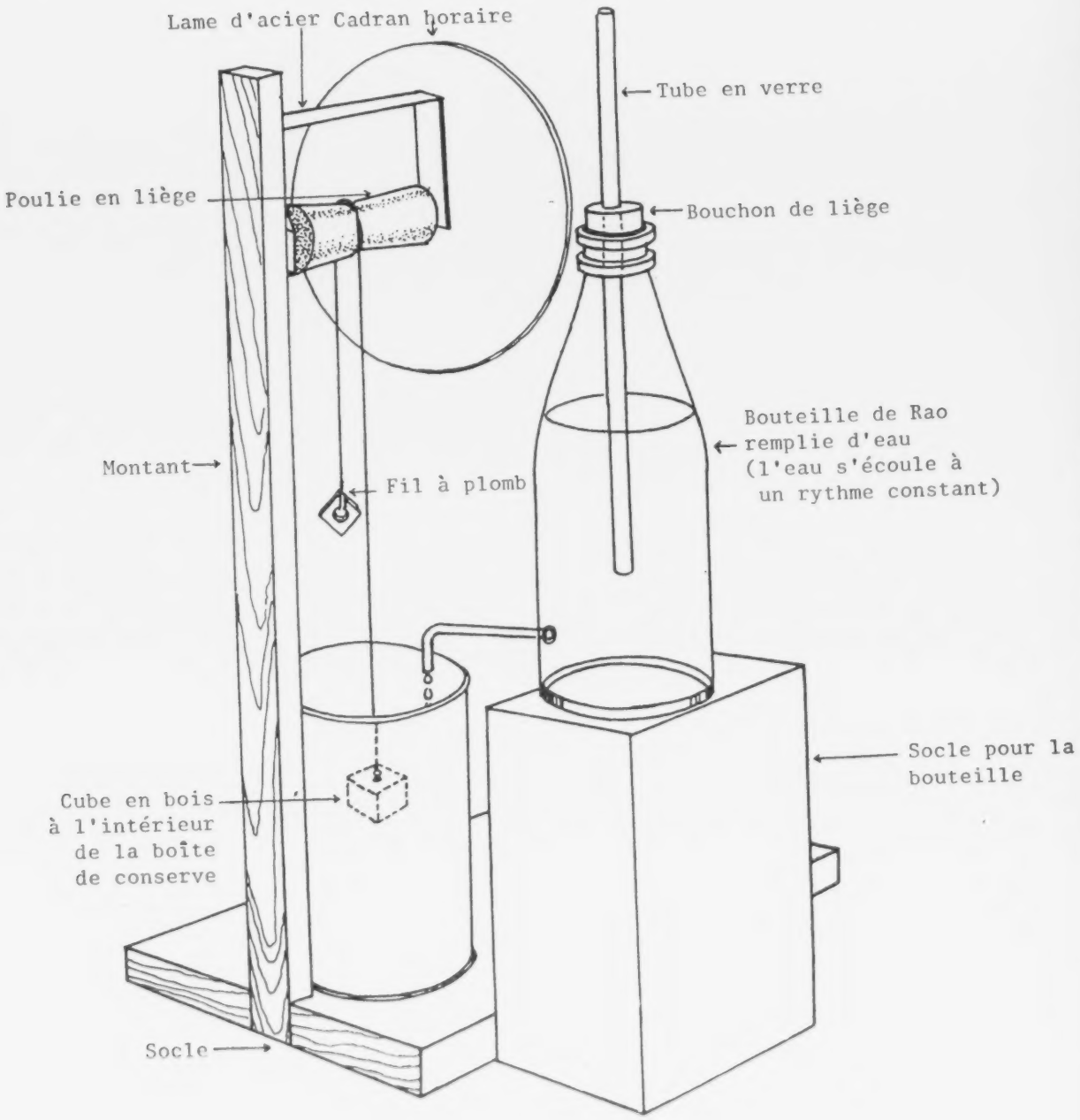
8. Taillez un cercle de carton et faites un trou en son milieu. Attachez-le à la lame d'acier.

9. Enfilez un brin de paille de balai (un petit peu moins grand que le rayon du cercle en carton) dans le chas de l'aiguille.

10. Sur le carton, le point indiqué par l'aiguille est le point zéro.

HORLOGE A EAU

(VUE EN PERSPECTIVE)



11. Faites couler l'eau de la bouteille et mesurez le temps qu'il faut à l'aiguille pour faire un tour complet. Divisez le cercle en parties égales; par exemple, si l'aiguille met 120 secondes pour revenir au point zéro, divisez la cercle en 120 parties; chaque division représente ainsi 1 seconde.

Utilisations en classe et en T.P.

1. Mesurer, avec précision, de petits intervalles de temps.
2. A utiliser lors d'expériences simples sur les pendules quand on n'a pas de chronomètre.

I N V E R S E U R D E C O U R A N T

Matériel nécessaire à la construction

1. Socle en bois de 2 1/2" x 1/2"
2. Un cercle en fer-blanc de 2 1/2" de diamètre
3. Quatre boulons et 8 écrous
4. Lame d'acier de 6" de long

Instructions

1. Taillez, passez au papier de verre et vernissez le socle en bois.

2. Coupez le cercle en fer-blanc en quatre parties égales. Pour cela, tracez deux diamètres à angle droit et coupez le long de ceux-ci. Otez un petit carré de 1/5" de côté du coin de chacun des quarts-de-cercle. Repliez les bords vers le haut (voir dessin).

3. Disposez ces pièces métalliques sur le socle en bois en laissant un espace de 1/4" entre eux.

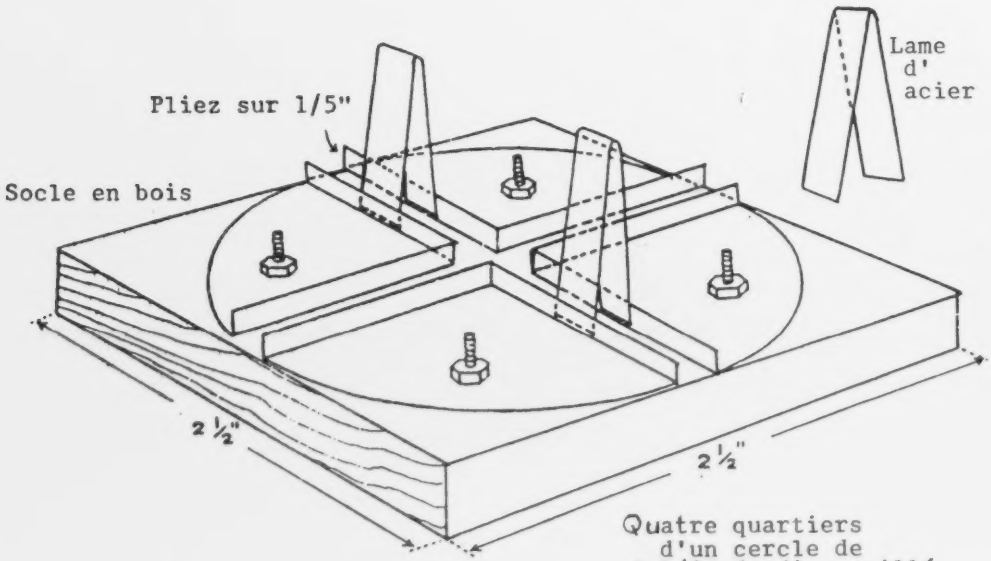
4. Notez l'emplacement des boulons et percez des trous dans le métal et dans le socle.

5. Vissez les pièces métalliques au socle.

6. Coupez la lame d'acier en deux morceaux de 3" de long et pliez-les en V.

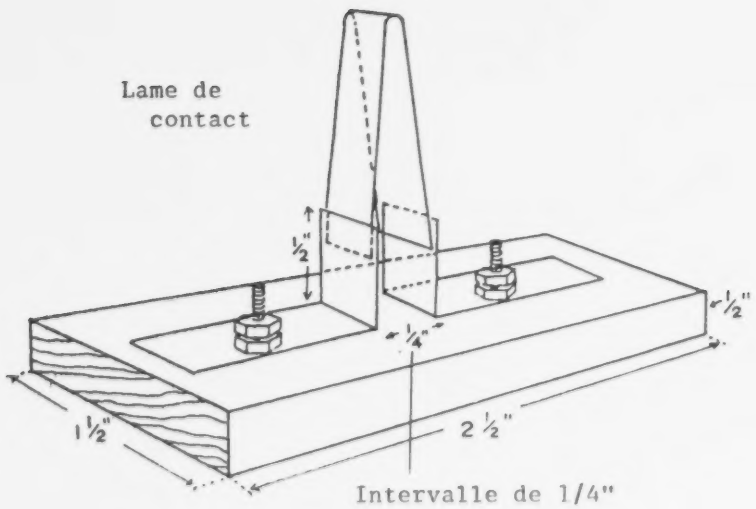
7. Passez au papier de verre les surfaces de contact et faites l'assemblage indiqué sur le dessin.

INVERSEUR DE COURANT



Quatre quartiers d'un cercle de 2 1/2" de dia. taillé dans une plaque de fer-blanc

INTERRUPTEUR



I N T E R R U P T E U R

Matériel nécessaire à la construction

1. Lame d'acier de 8" de long
2. 2 boulons, 4 écrous et 4 rondelles
3. Socle en bois de 2 1/2" x 1 1/2" x 1/2"

Instructions

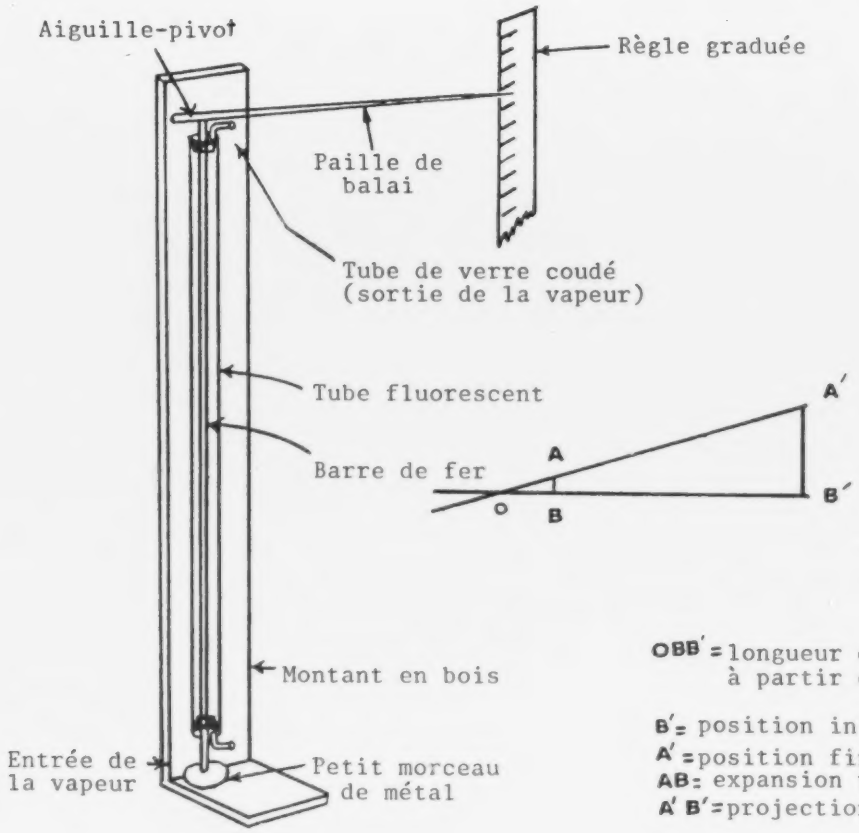
1. Taillez, passez au papier de verre et vernissez le socle en bois.
2. Prenez deux morceaux de lame d'acier de 2" de long et pliez-les à 1/2" d'un bout.
3. Percez deux trous dans le socle à 1 3/4" de distance.
4. Passez-y les boulons. Percez un trou dans le côté le plus long des lames d'acier à 3/4" du bout. Vissez-les au socle à l'aide des boulons, des écrous et des rondelles. Il doit y avoir 1/4" d'intervalle entre eux.
5. Pliez les 4 derniers inches de lame d'acier en forme de V.
6. Passez au papier de verre les surfaces de contact jusqu'à ce que le métal brille.
7. Placez la lame pliée en V entre les deux morceaux de lame fixés au socle.

A P P A R E I L A E X P A N S I O N L I N E A I R E

Matériel nécessaire à la construction

1. Montant en bois de 1/2" x 4" x 48"
2. Socle en bois de 1/2" x 4" x 6"
3. Deux petits tubes de verre coudés
4. Barre de fer d'environ 1 m de long et 0.2" de diamètre
5. Un tube électrique brûlé
6. Un crin de balai
7. Une aiguille
8. Un petit morceau de métal
9. Règle graduée
10. Deux bouchons

APPAREIL A EXPANSION LINEAIRE



OBB' = longueur de la paille de balai à partir du pivot O

B' = position initiale
A' = position finale
AB = expansion réelle
A' B' = projection de l'expansion

$$\alpha = \frac{OB.A'B'}{OB' \times L\ (T_2 - T_1)}$$

Instructions

1. Taillez et passez au papier de verre le socle et le montant; puis clouez-les ensemble. Passez deux couches de vernis.

2. Ouvrez les deux extrémités du tube électrique : cassez la bakélite et les bouchons de verre.

3. Faites deux trous dans chaque bouchon en liège; un, au centre, pour la tige métallique; l'autre, sur le côté, pour le tube en verre.

4. Bouchez les deux extrémités du tube électrique avec les deux bouchons. Enfoncez-y la tige métallique en la laissant dépasser aux deux bouts : elle se situe dans l'axe du tube électrique.

5. Enfoncez les verres coudés dans les autres trous des bouchons.

6. Posez le tube électrique le long du montant en bois et maintenez-le en place soit avec des attaches, soit avec du papier adhésif.

7. Placez le crin de balai à environ 2" au dessus de la tige métallique. Fixez-le au montant de bois au moyen d'une aiguille qui lui servira de pivot.

8. Fixez la règle graduée verticalement sur un support et placez-la en face du crin de balai.

Suggestions de travaux de recherche

1. Trouvez le coefficient d'expansion linéaire de tiges de métaux variés.

2. Quelles modifications apporteriez-vous à cet appareil pour pouvoir mesurer le coefficient d'expansion linéaire d'un fil métallique?

BEC DE GAZ (KEROSENE)

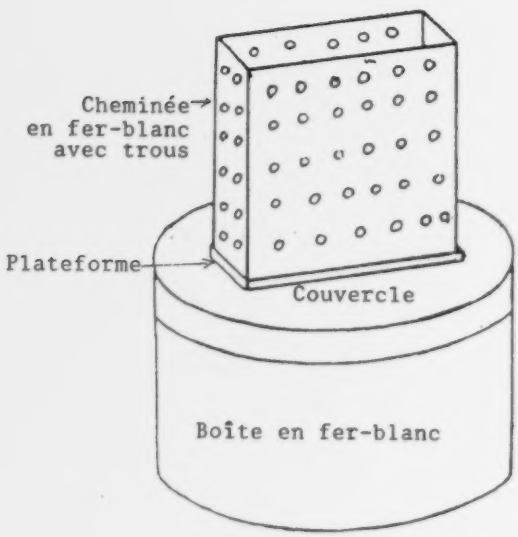
Matériel nécessaire à la construction

1. Une boîte de conserve de 2 1/2" de haut et de 3" de diamètre, avec couvercle
2. Un morceau de fer-blanc de 3" x 4"
3. Un morceau de fer-blanc de 1.7" x 0.7"
4. Deux morceaux de fer-blanc de 1.5" x 0.5"

Instructions

1. La cheminée : Sur le premier morceau de fer-blanc, faites des marques à 0.4", 1.5", 0.4", 1.5", 0.2" comme l'indique la figure.

BEC DE GAZ (KEROSENE)



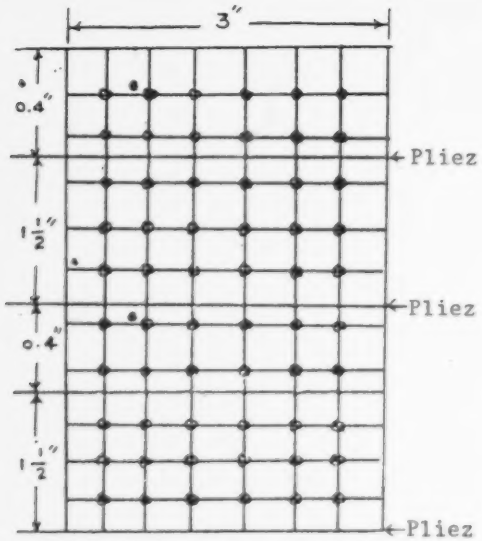
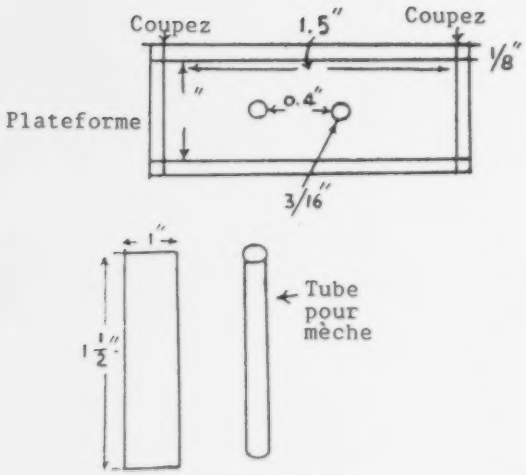
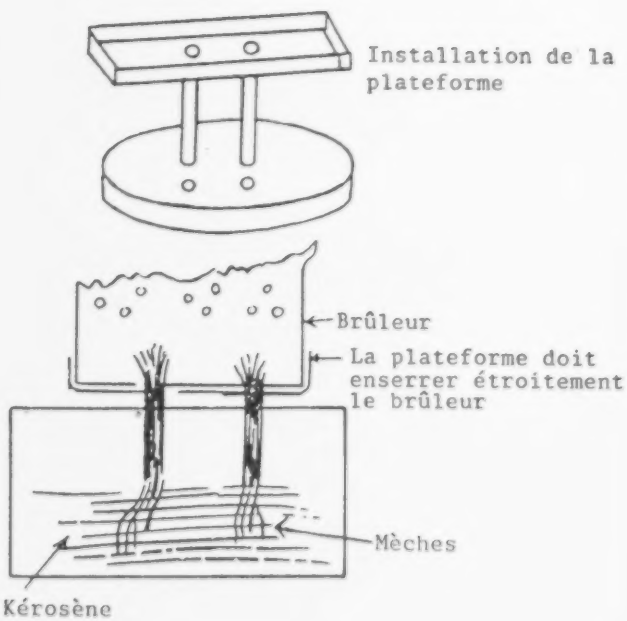


Diagramme de la cheminée





2. Divisez la surface en petits carrés de 0.3" de côté. Avec un clou pointu de 1/2", percez des trous à l'intersection des lignes. Puis pliez ce morceau de fer-blanc en un cube de 1.5" x 0.4" x 3'. La partie de 0.2" sert à maintenir le tout en place.

3. Socle de la cheminée : Prenez le second morceau de fer-blanc et dessinez un rectangle de 1.5" x 0.5" en son milieu. Otez les carrés aux quatre angles et pliez les bords pour faire un plateau. Percez deux trous distants de 0.4" dans le fond.

4. Tubes pour les mèches : Roulez les deux derniers morceaux de fer-blanc de façon à former des tubes de 1.5" de long.

5. Percez deux trous dans le couvercle de la boîte de conserve à 0.4" de distance. Alignez les trous du petit plateau avec ceux du couvercle et enfoncez-y les deux tubes de support pour les mèches. Ceux-ci doivent à peine dépasser le dessus du couvercle.

6. Faites des mèches avec du coton et enfoncez-les dans les tubes.

7. Mettez la cheminée dans son plateau.

8. Vous pouvez fabriquer un paravent en fer-blanc que vous placerez autour de la cheminée pour protéger la flamme des courants d'air.

9. Si le brûleur marche convenablement, vous devriez obtenir une flamme bleue sans fumée, assez chaude pour plier le verre facilement.

Utilisations en classe et en T.P.

Vous pouvez utiliser cet appareil bon marché en remplacement d'une lampe à alcool. Le combustible est moins cher et vous obtenez une flamme nettement plus chaude.

Remarques sur l'emploi et la construction

Il est important que vous perciez les trous exactement comme cela est indiqué dans la méthode de construction. Il s'agit là d'un point crucial pour la bonne marche de l'appareil. Si vous n'obtenez pas de flamme bleue, vérifiez votre travail et effectuez les corrections nécessaires.

R E S E R V O I R A E S S E N C E

P O U R B E C B U N S E N

Matériel nécessaire à la construction

1. Deux baguettes en bois de 3/4" x 3/4" x 9"
2. Deux baguettes en bois de 3/4" x 3/4" x 7 1/2"
3. Deux baguettes en bois de 3/4" x 3/4" x 6 1/2"
4. Quatre baguettes en bois de 3/4" x 3/4" x 26"
5. Une boîte de conserve
6. Un bidon de kérosène de 12 1/2" x 6 1/2" x 6 1/4"
7. Deux bidons de térébenthine de 3 litres
8. Seize morceaux de fil de fer n°14 de 3 1/4" de long
9. 177" de tube de polyéthylène de diamètre extérieur de 1/4"
10. Deux bouchons en caoutchouc à deux trous
11. 32" de tube de verre

Instructions

1. Découpez le haut des deux plus grands bidons. Lissez-en les bords au papier de verre.

2. Faites la base carrée à partir des deux baguettes (1) (voir ci-dessus) et des deux baguettes (2), comme cela est indiqué sur le dessin.

3. Faites huit petits trous alignés dans les baguettes (4). Ne percez que jusqu'au centre des baguettes. Commencez à 4" d'un bout et espacez vos trous de 2".

4. Pliez les morceaux de fil de fer selon la forme indiquée sur le dessin et enfoncez-les dans les trous (voir dessin). Assurez-vous qu'ils ne s'écartent pas de plus d'1/2" des montants.

5. Clouez les quatre montants à la base. Voir dessin.

6. Glissez le tout dans le bidon de kérosène. Vissez les montants au haut du bidon, en vous assurant qu'ils sont bien perpendiculaires à la base.

7. Faites deux trous de 1/4" de diamètre de chaque côté de la boîte de conserve à 1" du haut.

8. Faites un trou de 1/4" de diamètre au milieu des morceaux de bois de 6 1/4".

9. Glissez-y deux morceaux de tube de polyéthylène de 45" de long. Glissez les ensuite dans les trous des morceaux de bois de 6 1/4". Coincez un de ces morceaux à 1" du fond de la boîte de conserve et l'autre à 1" du haut.

10. Fixez le tube qui est dans le morceau de bois à 1" du haut de la boîte de conserve à une pompe et l'autre au premier bidon de térébenthine (réservoir à essence) comme le montre le dessin. Renversez la boîte de conserve et placez-la à l'intérieur du bidon de kérosène.

11. Le réservoir à essence doit avoir un bouchon à deux trous. Insérez-y un long tube en verre qui touche le fond du réservoir. Glissez-y un autre tube en verre qui ne pénètre dans le réservoir que de 1". Recouvrez le long tube de verre avec le tube de polyéthylène qui sort de la boîte de conserve.

12. Le second bidon de térébenthine (cuve de sécurité) doit, lui aussi, avoir un bouchon à deux trous. Glissez-y deux tubes en verre identiques aux précédents. Reliez, par un morceau de tube de polyéthylène de 17" de long, le court tube en verre du réservoir à essence et le long tube en verre de la cuve de sécurité.

13. Une longueur de 70" de tube de polyéthylène réunit le court tube de la cuve de sécurité au bec bunsen.

14. Remplissez aux trois-quarts le bidon de kérosène avec de l'eau. Placez un bidon de 3 litres plein d'eau au-dessus de la boîte de conserve en guise de poids.

15. Versez un maximum de 2 litres d'essence dans le réservoir à essence.

16. Remplissez aux trois-quarts la cuve de sécurité avec de l'eau. Il s'agit là d'une mesure de sécurité pour empêcher tout retour de flamme du bec bunsen.

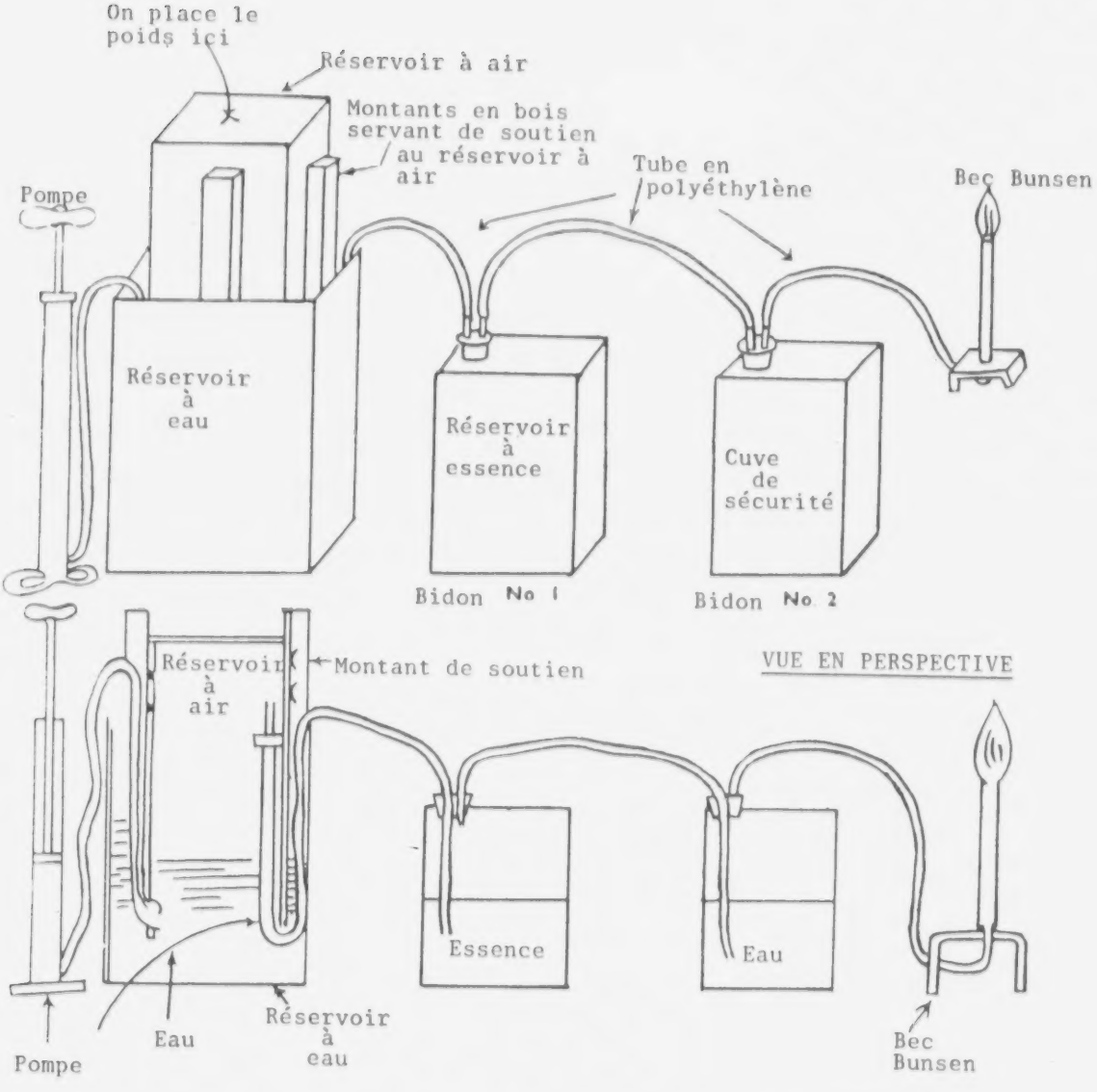
17. Avec la pompe, remplissez d'air au maximum la boîte de conserve.

18. Vérifiez qu'il n'y a pas de fuite dans votre installation et allumez le bec bunsen.

Utilisations en classe et en T.P.

Source de chaleur bon marché et efficace que les élèves peuvent utiliser.

BEC BUNSEN ET RESERVOIR A ESSENCE



Explication du fonctionnement

L'air forcé dans le réservoir à essence vaporise celle-ci. L'essence passe ensuite dans la cuve de sécurité et arrive enfin au bec bunsen. La cuve de sécurité sert à arrêter les retours de flamme qui passent dans le tube de polyéthylène avant qu'ils n'atteignent le réservoir à essence. Il faut absolument observer cette précaution. Avant d'allumer le brûleur, assurez-vous que le tube qui sort du réservoir à essence se trouve bien sous la surface de l'eau dans la cuve de sécurité.

B E C B U N S E N

Matériel nécessaire à la construction

1. Tuyau de cuivre d'un diamètre de 5/16" et d'une longueur de 5 1/2"
2. Aiguille de seringue
3. Planche de 3/4" x 3" x 5"
4. Deux morceaux de bois de 3/4" x 3" x 2 1/2"

Instructions

1. Faites un trou d'1/2" de diamètre au milieu de la planche.

2. Dans un des morceaux de bois mentionnés en (4) ci-dessus, faites un trou de 1/4" de diamètre au milieu du côté de 3", à 1/2" du bout (voir dessin).

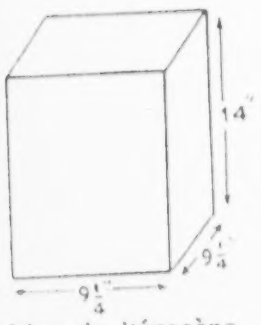
3. Faites un trou de 3/16" de diamètre à travers le tuyau en cuivre, à 1" d'un bout.

4. Fabriquez un petit socle pour le brûleur en clouant les morceaux de bois (4) à la planche (3) comme le montre le dessin.

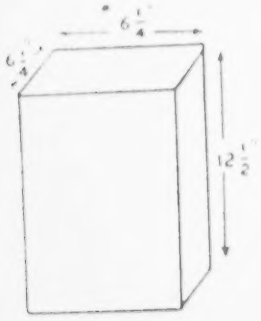
5. Coupez le bouchon en liège à 1/4" d'épaisseur et percez un trou de 1/4" au milieu.

6. Percez un trou de 1/4" au centre d'une lame métallique.

7. Enfoncez le tube en cuivre dans le trou (1/4" de diamètre) du socle. Assurez-vous que le trou dans le tube soit juste au-dessus du bois.

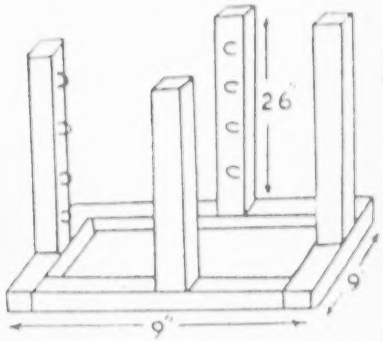


Bidon de kérosène



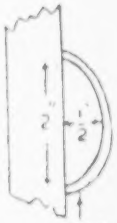
Bidon d'huile

Support en bois pour réservoir à air

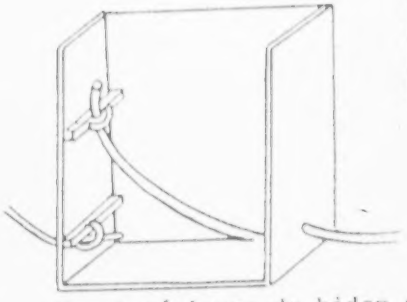


Montant

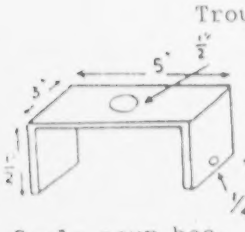
anneaux en métal



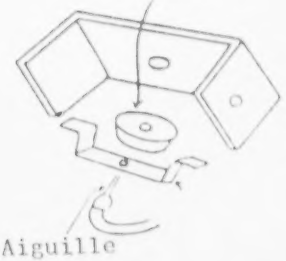
Fil de fer n° 14



Vue intérieure du bidon d'huile



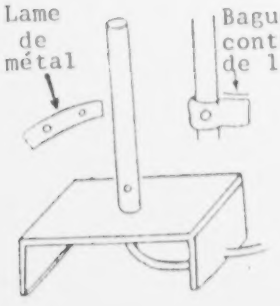
Socle pour bec Bunsen



BEC BUNSEN

ET RESERVOIR A ESSENCE

- DETAIL -



8. Cassez le bout d'une aiguille de seringue avec une petite lime. Insérez le gros bout de l'aiguille dans le tube de polyéthylène qui sort de la cuve de sécurité et l'autre bout dans les trous de la lame métallique et du bouchon. Enfoncez le tube dans le trou du socle jusque dans le tuyau en cuivre.

9. Clouez la lame métallique et le bouchon au socle. Voir dessin.

10. Arrangez-vous pour que le bout fin de l'aiguille arrive au bord inférieur ou au milieu du trou de 3/16" dans le tuyau en cuivre.

11. Percez deux trous de 3/16" dans un morceau de fer-blanc de 1 1/2" de long et 5/16" de large de telle façon qu'ils soient concentriques avec les trous dans le tuyau de cuivre. Entourez-le très sérré autour du tuyau. On peut régler la prise d'air du brûleur en faisant tourner ce morceau de métal.

12. Prenez 10" de fil de fer n°32 et roulez-le en boule d'environ 1/2" de diamètre. Enfoncez la boule à mi-hauteur du tuyau de cuivre. Cela donne une forme plus régulière à la flamme.

Remarques sur l'emploi et la construction

Ce bec bunsen peut brûler pendant un quart-d'heure sans qu'on ait besoin de pomper l'air à nouveau.
S'il vous est difficile de trouver des aiguilles de seringue, utilisez une cartouche de stylo à bille. Avec une petite lime, ôtez la bille. L'important est de faire un petit trou et, si besoin est, mettez un morceau de fil de fer n°32 dans le trou pour ralentir le débit du gaz. Coupez la cartouche pour qu'elle ait 1" de long et enfilez-la dans le tube de cuivre.
Vous pouvez également utiliser un tube de verre au lieu d'une aiguille de seringue.

T E L E G R A P H E

Matériel nécessaire à la construction

1. Une petite planche de 1" x 4" x 9"
2. Une planchette de 1" x 4" x 5"
3. Trois mètres de fil de cuivre émaillé n°24
4. Une barre de fer doux de 1 cm de diamètre et de 2 1/2" de long
5. Lame de métal
6. 10 boulons de 3/16" et écrous

Instructions

1. Taillez et passez au papier de verre les planches (1) et (2) ci-dessus.

2. Faites des trous de 3/16" dans le montant comme indiqué sur le dessin.

3. Clouez le montant au centre du socle et passez le tout au vernis.

4. Coupez cinq morceaux de lame métallique à ces dimensions exactes : un morceau de 7 1/2" de long, un morceau de 2 1/2", deux morceaux de 1 3/4", un morceau de 4 1/2".

5. Dans le morceau de 7 1/2", pratiquez deux trous de 3/16" distants exactement de 7" (distance calculée de centre à centre).

6. Faites un trou de 3/16" à l'un des bouts du morceau de 2 1/2". A l'autre bout, le long de l'axe longitudinal de la lame, pratiquez une entaille de 1 1/4" de long et de 3/16" de large. A exactement 1 3/4" du centre du trou que vous venez de faire, pliez la lame à 90°.

7. Faites un trou de 3/16" à chaque bout du morceau de lame de 4 1/2". Encerclez la barre de fer avec ce morceau de lame et recourbez les extrémités de celui-ci. Il faut que la lame épouse exactement la forme de la barre de fer. Pressez les extrémités de la lame l'une contre l'autre pour qu'elles restent en contact et que les trous pratiqués dedans soient au même niveau. Recourbez ces extrémités à une distance telle que le centre de la barre de fer se situe à 3/4" au-dessus du montant en bois. (La barre de fer constituera le noyau de l'électroaimant).

8. Pratiquez un trou de 3/16" à l'un des bouts d'un des deux morceaux de lame de 1 3/4". A l'autre bout, faites un trou de la grosseur d'un clou à 1/2" du bout. A 3/4" du centre du trou de 3/16", pliez la lame à 90°.

9. Dans l'autre morceau de 1 3/4", faites un trou de 3/16" à chaque bout. Pliez la lame à 90° à une distance de 3/4" de l'un de ces trous.

10. Placez la barre de fer sur la partie gauche du montant comme le montre le dessin. Vissez l'attache métallique au montant.

11. Vissez le morceau de lame métallique de 2 1/2" dans le trou pratiqué en haut et à gauche du montant (voir dessin). Si vous ne vissez pas complètement le boulon, la lame doit pouvoir glisser librement le long de la fente.

12. Clouez le morceau de lame de 1 3/4" (celui avec le trou de la grosseur d'un clou) dans le coin en haut et à droite du montant. Voir dessin. Avant de clouer, vérifiez que ce morceau et celui que vous venez de visser à gauche sont bien alignés. Ce morceau servira de butoir à la lame vibrante du télégraphe.

13. Vissez la partie la plus courte du second morceau de 1 3/4" dans le trou pratiqué en bas et à droite du montant.

14. Avec un boulon de 3/16" de diamètre et de 3/8" de long, vissez le morceau de métal de 7 1/2" de long comme le montre la figure. Passez un boulon de 3/16" de diamètre et de 1/4" de long à travers le trou à l'autre bout et ajoutez un écrou. Ceci servira de "marteau" au télégraphe.

15. Enroulez, bien sérré, le fil de cuivre autour de la barre de fer, ne laissant que 5" de fil libre. Note: Ne couvrez pas toute la barre de fer; laissez environ 1" libre que vous glisserez dans l'anneau métallique de support.

16. Otez l'émail qui sert d'isolant aux deux bouts du fil et attachez-les aux deux boulons de contact dans le bas du montant.

17. Branchez une ou deux piles aux bornes. Avec quelques ajustements, votre télégraphe devrait fonctionner correctement.

Utilisations en classe et en T.P.

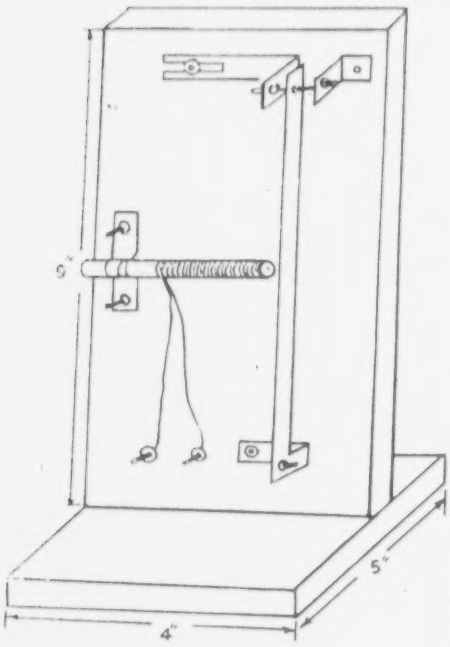
Cet appareil peut servir de démonstration d'une application de l'électromagnétisme.

Remarques sur l'utilisation et la construction

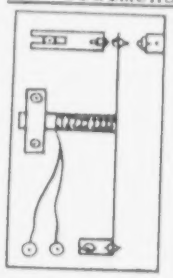
Il est extrêmement important, lors de la construction de cet appareil, que vous suiviez très exactement les indications données et les mesures indiquées. Il vous sera nécessaire de faire quelques ajustements de distance entre le bras oscillant et l'électroaimant quand vous aurez fini d'assembler cet appareil. Cela vous demandera temps et patience.

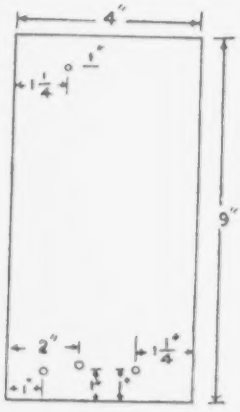
TELEGRAPHE

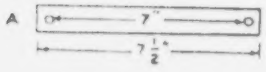
Vue tridimensionnelle

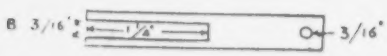


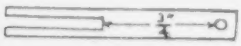
Vue bidimensionnelle du panneau

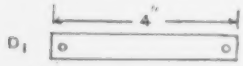






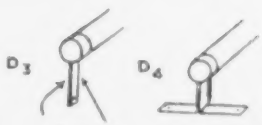




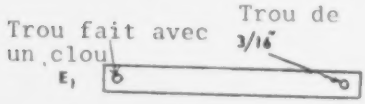


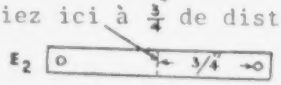
Morceau plat avec trous

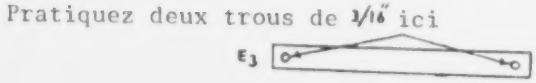
Enroulez autour de la barre de fer

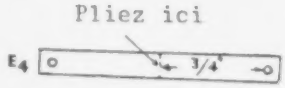


Serrez fortement avec une pince pour que l'anneau métallique s'ajuste parfaitement autour de la barre de fer









S U P P O R T D E T U B E S A E S S A I

A H A U T E U R D' A N N E A U A J U S T A B L E

Matériel nécessaire à la construction

1. Montant de bois de 1/2" x 1/2" x 12" (ou bien une baguette de 1/2" de diamètre)
2. Socle en bois de 1/2" x 4" x 6"
3. Lame métallique de 19" de long
4. Fil de fer rigide de 2" de long

Instructions

1. Taillez et passez au papier de verre le socle et le montant.

2. Faites une encoche sur le côté de 4" avec une scie et un couteau à bois. L'encoche doit être de la dimension du montant et doit être pratiquée au centre d'un des bouts. Clouez le montant dans cette encoche et recouvrez l'ensemble de deux couches de vernis.

3. Courbez la lame de métal de façon à former, en son milieu, un anneau de 2 1/2" ou 3" de diamètre.

4. Prenez deux morceaux de lame métallique de 1 1/4" de long et entourez-les autour de la grande lame de métal, entre l'anneau et le montant.

5. A une distance de 2" de l'anneau, recourbez les bouts de la lame de métal de façon à former un carré aux dimensions du montant. Voir figure.

6. Recourbez les deux extrémités de la lame de façon à former deux boucles cylindriques comme le montre la figure.

7. Courbez le fil de fer en forme de U. Rapprochez les deux extrémités des branches l'une vers l'autre.

8. Installez l'anneau sur le montant et glissez le fil de fer en U dans les deux cylindres. La pression exercée par celui-ci devrait être suffisante pour maintenir l'anneau en place.

SUPPORT DE TUBES A ESSAI
A HAUTEUR D'ANNEAU AJUSTABLE

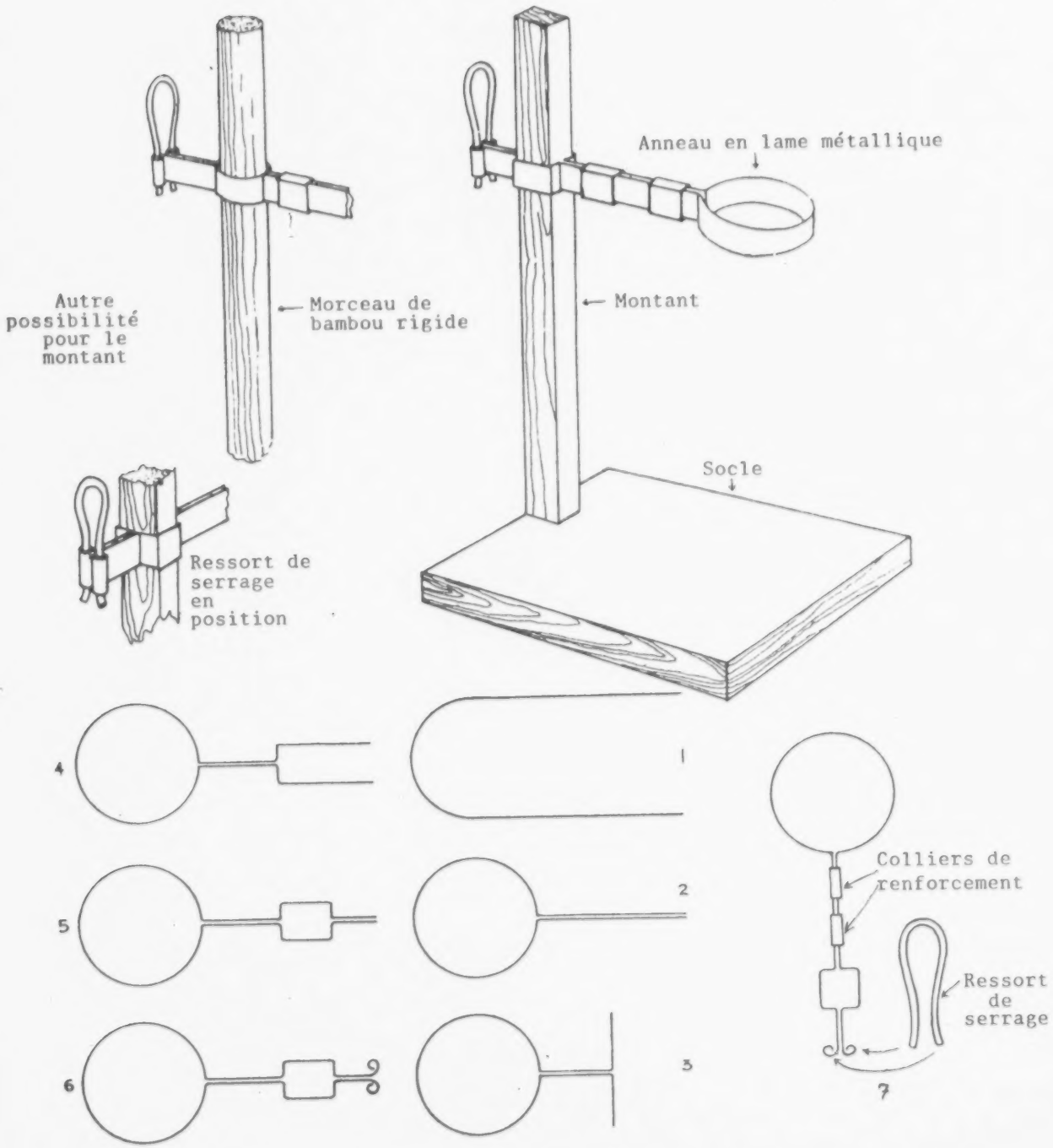


Fig. 1 à 7: Détail de la construction de l'anneau métallique

FLACON OU TUBE A ESSAI FAIT A PARTIR D'UNE AMPOULE ELECTRIQUE

Matériel nécessaire à la construction

1. Ampoules électriques brûlées
2. Instrument pointu

Instructions

Précaution à prendre :
Tenir toujours l'ampoule avec un linge.
Il est recommandé de porter des lunettes.

Remarque :
Les ampoules électriques peuvent servir de flacons ou de tubes à essai : elles sont faites en pyrex et supportent de très hautes températures.

1. Otez les deux joints de contact soudés à la base des ampoules en insérant par dessous un instrument pointu. Les fils électriques se casseront.

2. Puis, brisez la base en céramique en passant l'instrument pointu dans les trous des fils électriques que vous venez de casser et en le remuant dans tous les sens jusqu'à ce que la céramique se brise. Cela prendra un certain temps.

3. Une autre façon de casser la céramique est d'agripper les deux petites pointes de cuivre de chaque côté de la base de l'ampoule avec une pince et de serrer très fort.

4. Quand la base en céramique est ôtée, vous pouvez voir, à l'intérieur de l'ampoule, un tube de verre. Il faut le casser. Pour cela, placez le bout d'un tourne-vis ou d'une lime triangulaire dans le tube et donnez un coup sec. Le tube se cassera à l'intérieur du bulbe.

5. Avec le tourne-vis ou la lime, agrandissez le trou pour ôter le tube de verre. Continuez à élargir le trou et à en émousser les bords, puis retirer ce qui se trouve à l'intérieur du bulbe.

6. Lavez celui-ci : il est prêt à l'emploi.

TUBE A ESSAI FAIT A PARTIR D'UNE AMPOULE ELECTRIQUE

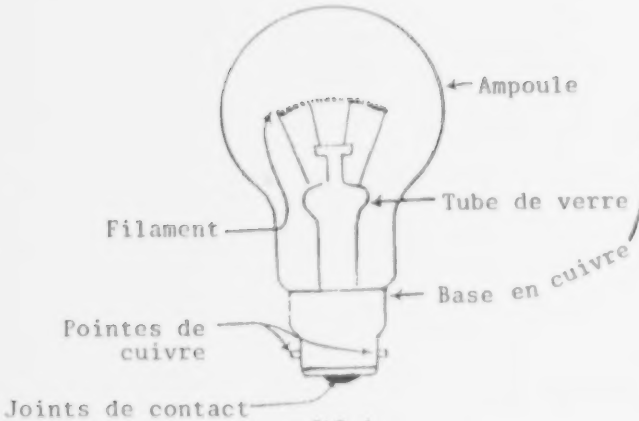


FIG 1

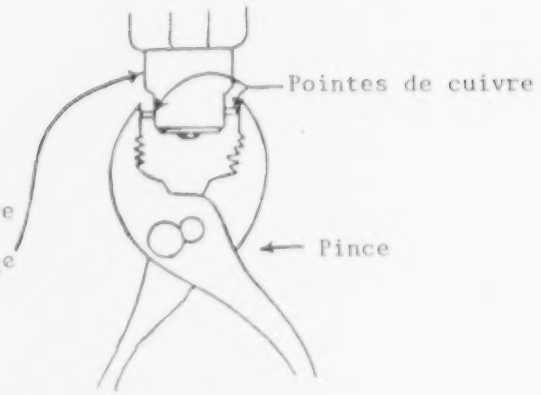


FIG 2

P I N C E P O U R T U B E A E S S A I

Matériel nécessaire à la construction

Fil de fer rigide de 2 1/2" ou 3" de long

Instructions

1. Formez un anneau de 1" de diamètre au milieu du fil de fer. Pour cela, entourez le fil de fer autour d'un objet de forme et dimension appropriées.

2. A environ 6" du cercle, formez deux autres cercles de 2" de diamètre.

3. Donnez aux poignées la forme indiquée sur le dessin.

C A S I E R P O U R T U B E S A E S S A I

Matériel nécessaire à la construction

1. Socle de bois de 1/2" x 4" x 12"
2. Planchette de 1/2" x 1" x environ 13" (voir note)
3. Deux morceaux de 1/2" x 1" x environ 3 1/2" pour les montants
4. Lame métallique de 3 pieds de long

Instructions

Note : Pour la plupart des ampoules, la distance entre la base et le sommet est exactement 3" comme vous le remarquerez sur le dessin. Par conséquent, la hauteur des montants devrait être 3" plus l'épaisseur de la planche du dessous. Comme l'épaisseur de celle-ci peut varier, mesurez-la et taillez les montants en conséquence. Ajustez de même la longueur de la planche du dessus; elle doit être égale à la longueur de la base plus l'épaisseur des montants.

1. Taillez et passez au papier de verre les morceaux de bois.

2. Clouez les deux montants à la base. Clouez la planche du dessus aux montants.

3. Passez l'ensemble au vernis.

4. Donez à la lame métallique la forme indiquée sur le dessin.

5. Assurez-vous que les ampoules rentrent dans les anneaux. Puis percez des trous dans la lame pour fixer celle-ci au casier (planche du dessus). Vous pouvez percer les trous avec des clous de 3/4".

CASIER POUR TUBES A ESSAI

FIG. 1

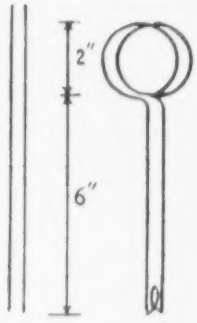
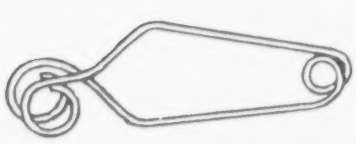


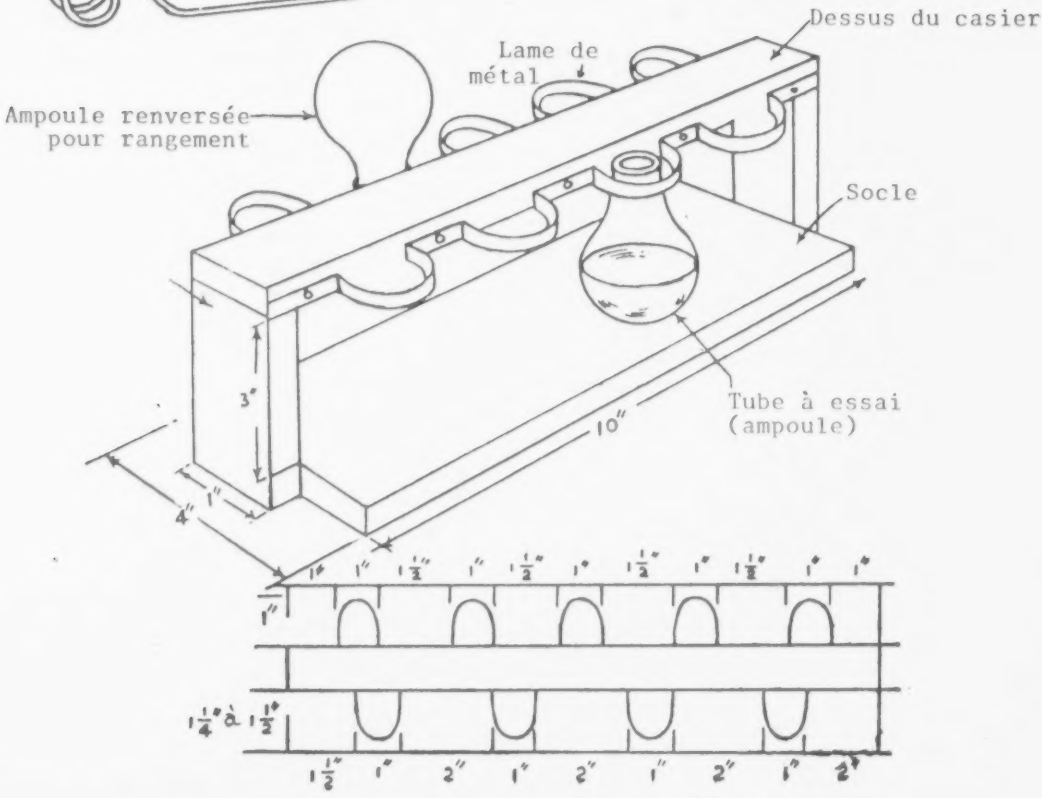
FIG. 2

FIG. 3

FIG. 4

FIG. 5




Dessus du casier
Lame de métal
Ampoule renversée pour rangement
Socle
Tube à essai (ampoule)
3"
10"
4"
1"
1"
1

H Y D R O M E T R E S I M P L E

Matériel nécessaire à la construction

1. Une paille pour boisson
2. Deux morceaux de fil de fer rigide
3. De longues bandes de papier larges de 1/4"
4. Cire à cacheter ou cire à bougie
5. Vernis
6. Papier millimétré
7. Colle à base de farine

Instructions

1. Coupez de longues bandes régulières de 1/4" de large dans du papier ordinaire. Appliquez de la colle de farine épaisse à chaque bande de papier et entourez ces bandes en spirale autour de la paille (les spirales ne doivent pas se superposer). Couvrez ainsi deux fois la paille. Placez-y maintenant un étroit morceau de papier millimétré, numéroté, le point 0.0 se trouvant en bas.

2. Tandis que la colle sèche, enfoncez les deux morceaux de fil de fer dans la paille et scellez un bout avec de la cire à cacheter.

3. Quand la colle est sèche, appliquez deux couches de vernis sur l'hydromètre.

4. Essayez votre hydromètre. S'il ne reste pas vertical, ajoutez d'autres morceaux de fil de fer, puis bouchez le haut avec de la cire.

5. Pour un hydromètre de ce type, la densité d'un liquide x est égale à :

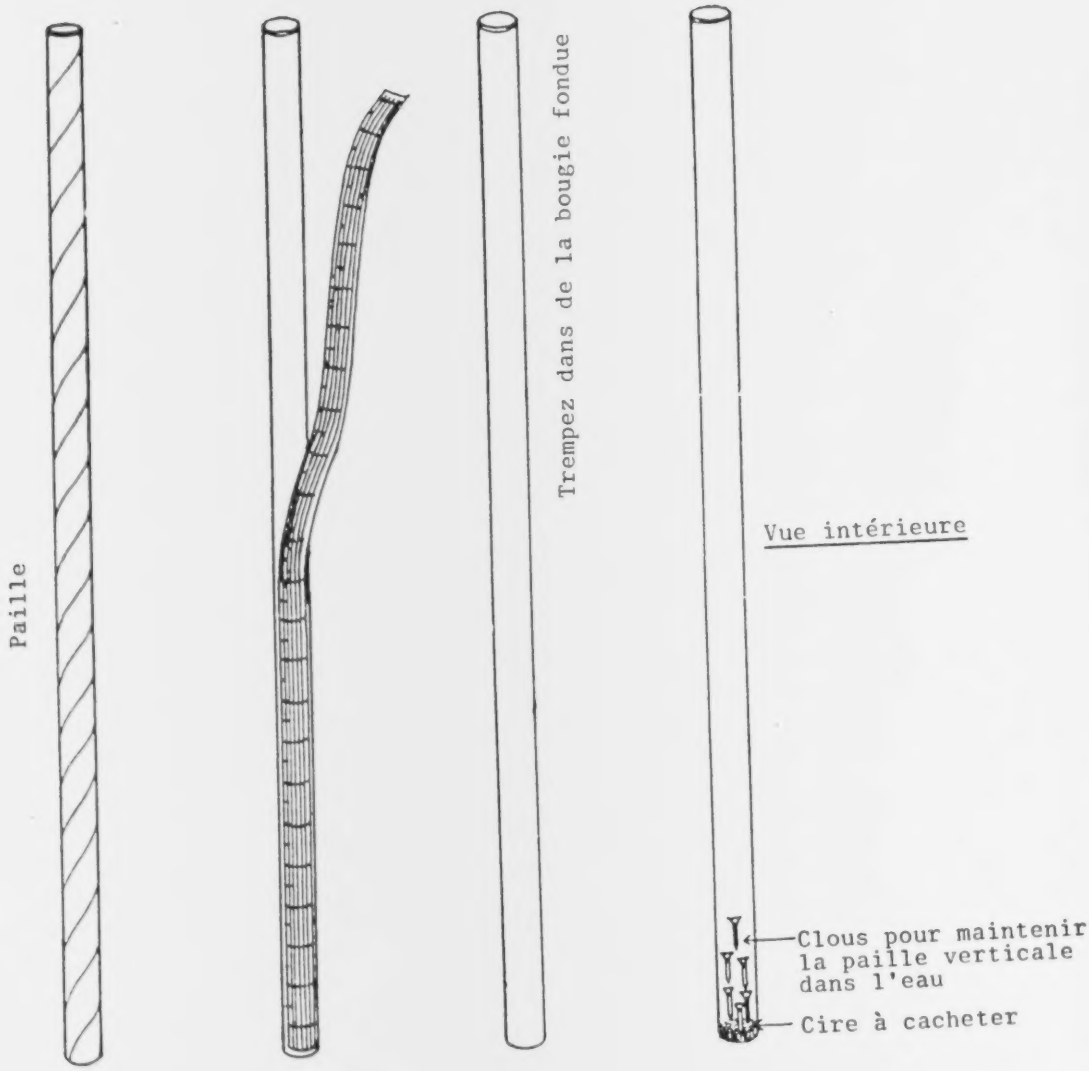
$$\frac{\text{lecture dans l'eau}}{\text{lecture dans liquide } x}$$

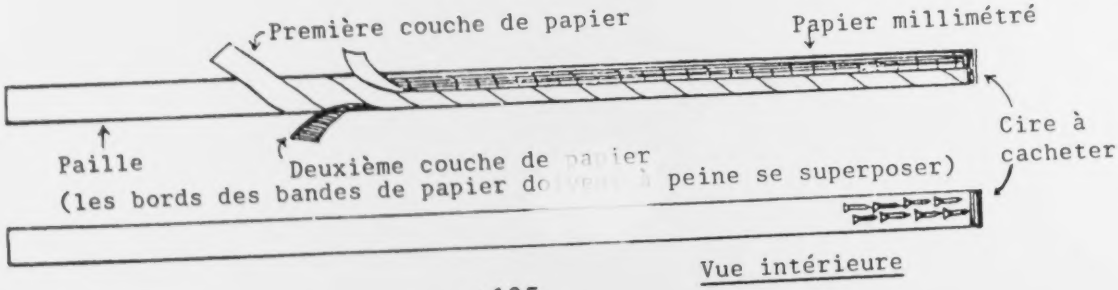
6. Vous pouvez également utiliser la tige sèche d'un plant de mais ou une baguette de bois au diamètre uniforme, au lieu d'une paille. Pour les faire flotter verticalement, lestez un de leurs bouts.

Utilisations en classe et en T.P.

1. Illustration des lois de la flotaison.
2. Détermination de la densité d'un liquide.

HYDROMETRE


Paille
Trempez dans de la bougie fondue
Vue intérieure
Clous pour maintenir la paille verticale dans l'eau
Cire à cacheter


Première couche de papier
Papier millimétré
Cire à cacheter
Paille
Deuxième couche de papier
(les bords des bandes de papier doivent à peine se superposer)
Vue intérieure

Suggestions de travaux de recherche

1. Est-ce que l'hydromètre déplace toujours le même volume dans différents liquides? Donnez vos raisons.

2. Comment pourriez-vous convertir l'hydromètre en lactomètre, en alcoomètre ou en densimètre destiné à mesurer, par exemple, la densité de l'acide sulfurique?

3. Pouvez-vous utiliser n'importe quel corps flottant pour mesurer la densité?

4. Pourquoi faut-il que l'hydromètre flotte verticalement?

5. Si la section transversale de l'hydromètre était un carré, un rectangle, un hexagone ou autre, pourriez-vous vous en servir pour déterminer la densité des liquides?

6. La section transversale est-elle une variable déterminante pour le bon fonctionnement de l'appareil? Expliquez.

7. Comment pourriez-vous améliorer la sensibilité de cet appareil?

T R I P O D E

Matériel nécessaire à la construction

54" de gros fil de fer

Instructions

1. Coupez le fil de fer en trois longueurs égales de 18" chacune.

2. Prenez deux morceaux et tordez-les ensemble en spirale sur une longueur de 7".

3. Prenez le troisième morceau et tordez-le de la même façon, mais avec les bouts libres des deux premiers morceaux. Voir le dessin.

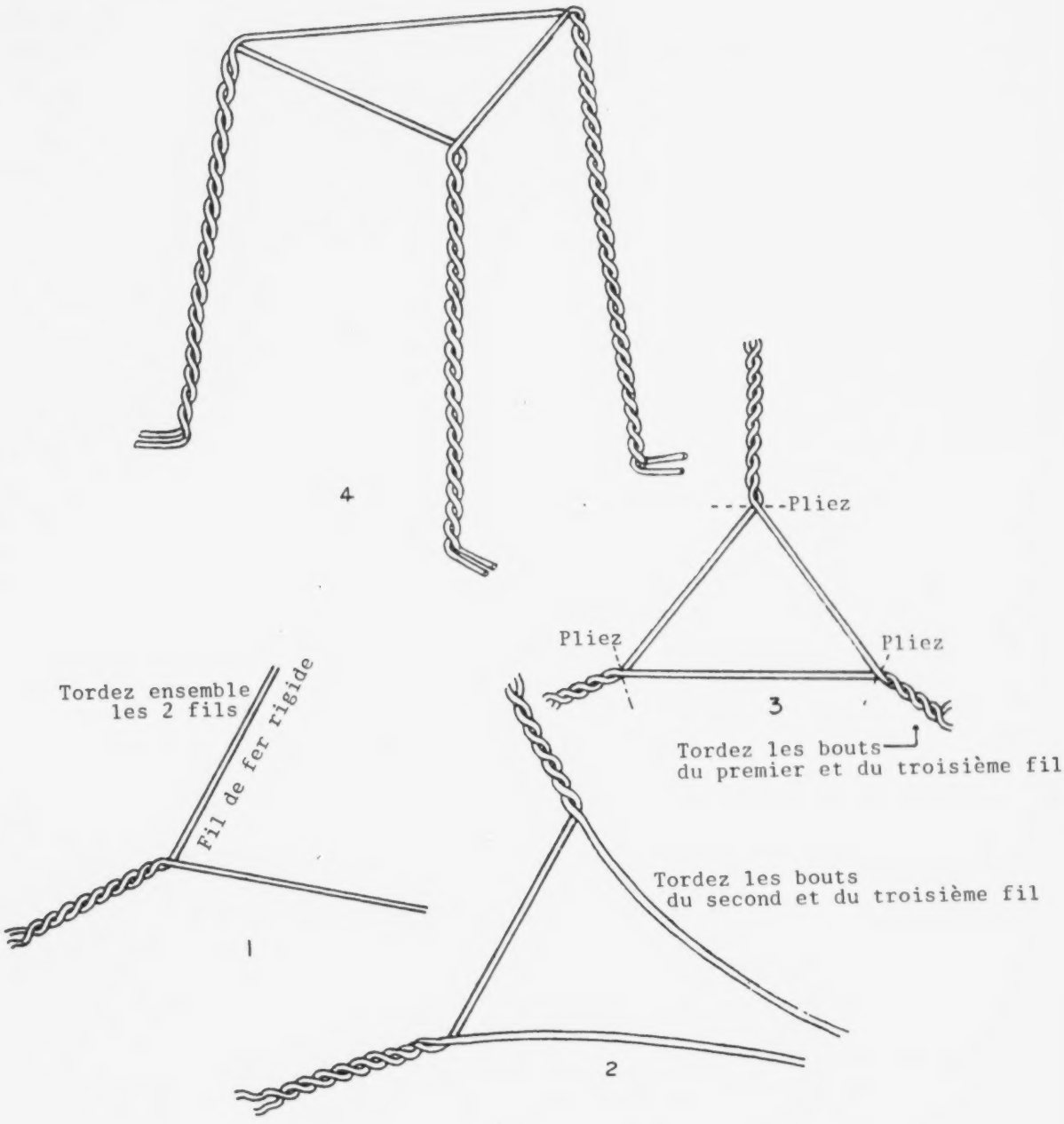
4. Les parties spiralées doivent toutes avoir 7" de long.

5. Le triangle formé au milieu doit avoir des côtés de 4".

6. Courbez le fil de fer aux angles du triangle pour former les pieds.

7. Recourbez le dernier inch de chaque pied vers l'extérieur pour stabiliser le tripode.

TRIPODE


4
Pliez
Pliez
Pliez
3
Tordez les bouts
du premier et du troisième fil
Tordez ensemble
les 2 fils
Fil de fer rigide
1
Tordez les bouts
du second et du troisième fil
2

D E S S I C A T E U R

Matériel nécessaire à la construction

1. Une bouteille de 6" de diamètre
2. Quatre cubes de bois de 1" de côté
3. Une boîte en fer blanc assez petite pour pénétrer dans la bouteille

Instructions

1. Passez de la vaseline sur le goulot et les bords du bouchon de la bouteille.

2. Vernissez la petite boîte.

3. Faites l'assemblage indiqué sur le dessin.

R U C H E

Matériel nécessaire à la construction

Une petite boîte de conserve

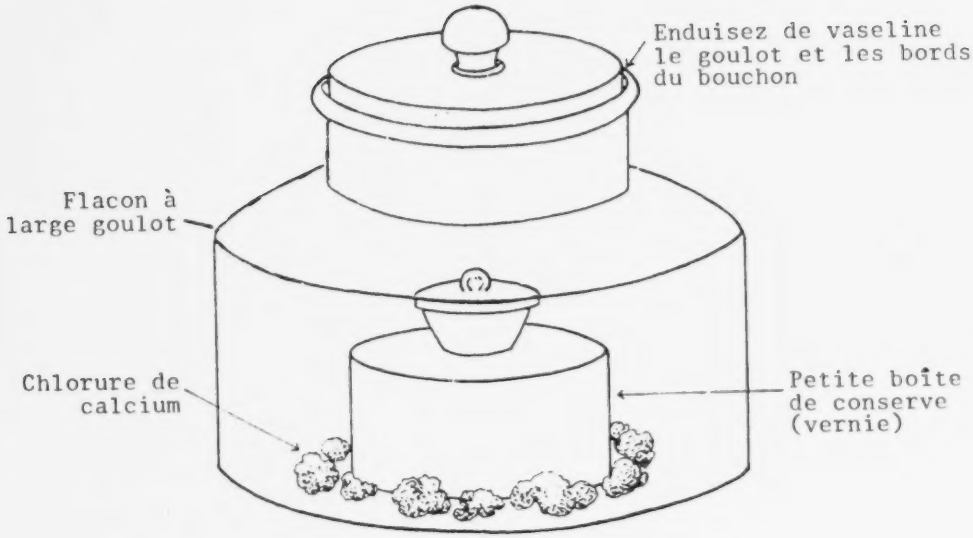
Instructions

1. Taillez une encoche de 1/2" sur le côté et en haut de la boîte.

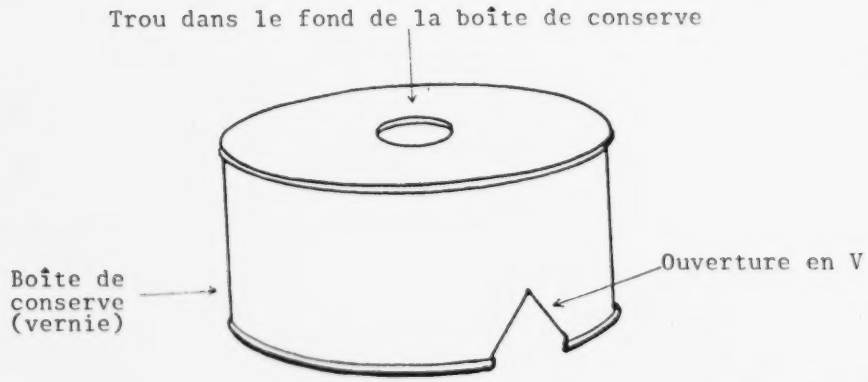
2. Retournez la boîte et faites un trou de 3/8" à 1/2" de diamètre dans le fond.

3. Passez la boîte au vernis.

DESSICATEUR



RUCHE



A P P A R E I L A M E S U R E R L A V I T E S S E

D U S O N

Matériel nécessaire à la construction

1. Un tube de lumière fluorescente
2. Une bouteille de 4 litres
3. Deux bouchons en caoutchouc à un trou
4. Une planche en bois de 1/2" x 4" x 50" (support)
5. Une petite planche de 1/2" x 4" x 12" (base)
6. Tuyau de caoutchouc
7. Tube de verre

Instructions

1. Taillez le support et la base. Clouez-les comme le montre le dessin. Vernissez-les.

2. Ouvrez les deux bouts du tube fluorescent, en laissant les extrémités métalliques, si possible. Lavez le tube avec de l'eau et un chiffon.

3. Fixez le tube sur son support avec des attaches métalliques (voir dessin).

4. Bouchez le bas du tube avec un bouchon dans lequel vous insérerez un petit tube en verre. Posez par dessus le tuyau en caoutchouc.

5. Coupez le fond de la bouteille (voir Chapitre 7). Enfoncez l'autre bouchon dans son goulot.

6. Insérez un autre tube de verre dans ce bouchon et glissez par dessus le tuyau en caoutchouc.

Utilisations en classe et en T.P.

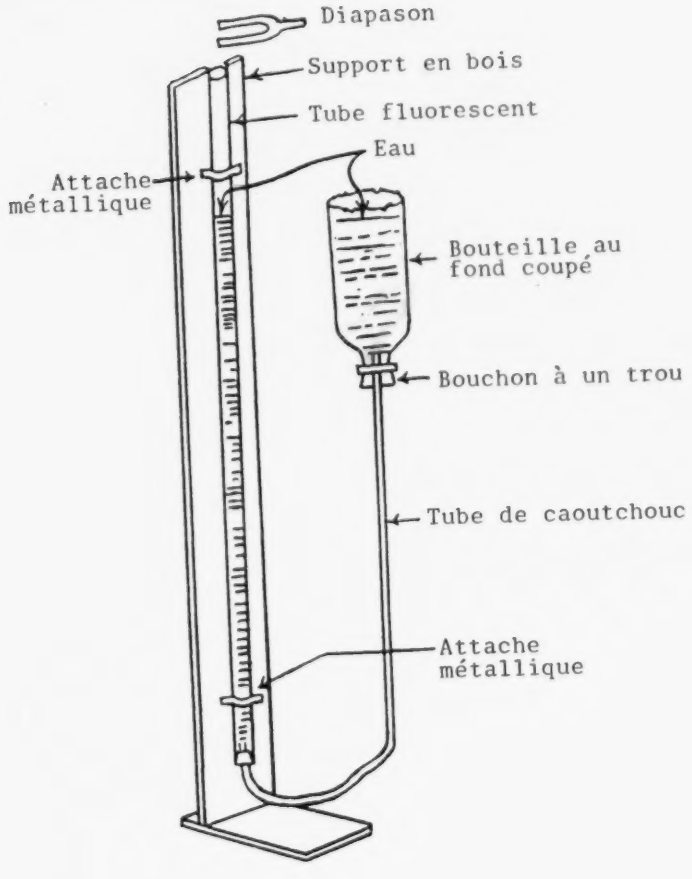
1. Détermination de la vitesse du son.
2. Détermination de la longueur d'onde des ondes sonores
3. Démonstration de la résonnance.

Suggestions de travaux de recherche

1. Quelle relation y-a-t-il entre les longueurs d'onde de deux sons distants d'une octave?

2. Est-ce que les variations de distance entre le diapason et le haut du cylindre affectent les résultats?

APPAREIL A MESURER LA VITESSE DU SON



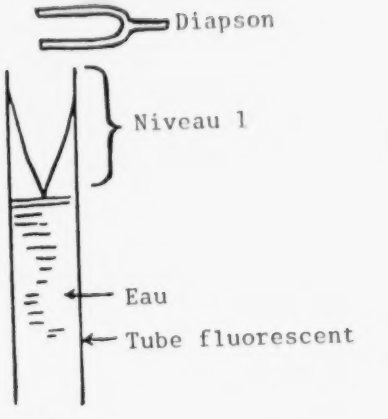


FIG. 1

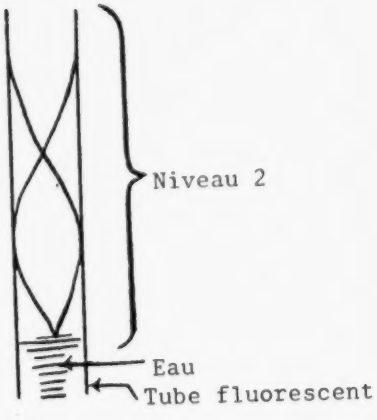


FIG. 2

3. Si vous variez la longueur ou le diamètre du tube, cela modifie-t-il les résultats?

4. La température du milieu traversé affecte-t-elle la vitesse de transmission des ondes?

5. Est-ce que les variations de hauteur de la colonne d'eau affectent le temps de transmission du son?

6. Si vous utilisez des liquides autres que l'eau, obtenez-vous les mêmes résultats?

7. Pouvez-vous trouver d'autres moyens de mesurer la vitesse du son en utilisant le tube fluorescent mais sans utiliser d'eau ni d'autres liquides?

M A N O M E T R E A T U B E E N U

Matériel nécessaire à la construction

1. Base en bois de 1/2" x 4" x 5"
2. Montant en bois de 1/2" x 4" x 10"
3. Tube de polyéthylène de 20" de long
4. Un gros ballon
5. Tuyau de caoutchouc de 24" de long
6. Quatre morceaux de lame métallique de 1 1/2" de long
7. Un entonnoir

Instructions

1. Taillez et passez au papier de verre la base et le montant. Clouez-les ensemble.

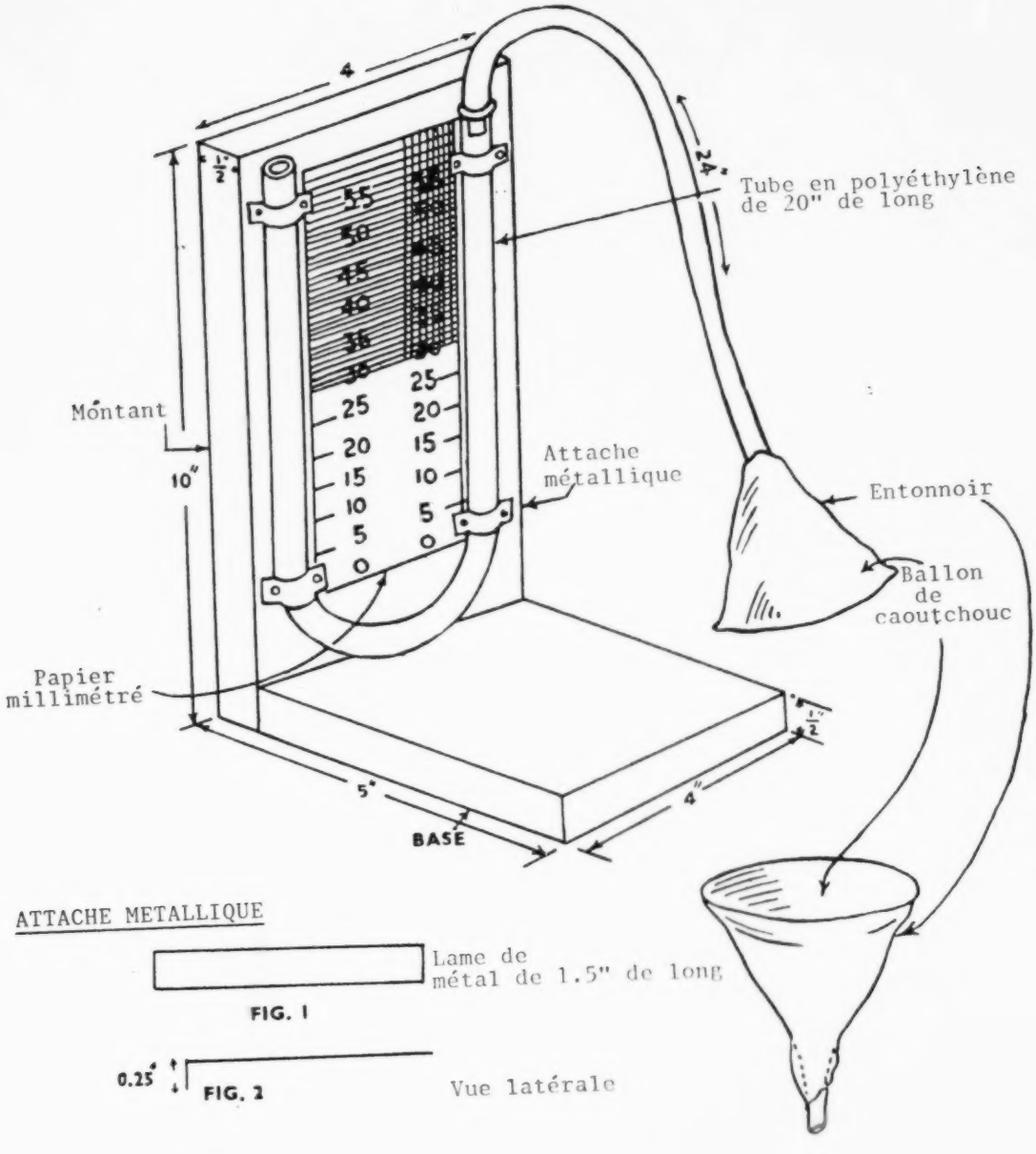
2. Vernissez le tout et laissez sécher avant d'y fixer le tube en polyéthylène.

3. Tracez deux lignes le long du support en bois, à 3/4" des côtés et parallèles aux bords.

4. En vous aidant de ces lignes, fixez le tube de polyéthylène au support au moyen des morceaux de lame métallique, comme le montre le dessin. Il faut, auparavant, les façonner à la bonne forme et percer des trous à chaque bout pour les clous. Faites attention à ne pas pincer le tube avec les attaches métalliques.

5. Préparez un papier millimétré assez grand pour s'insérer juste entre les deux parties verticales du tube et attachez-le au support.

MANOMETRE A TUBE EN U



ATTACHE METALLIQUE

FIG. 1

FIG. 2

FIG. 3

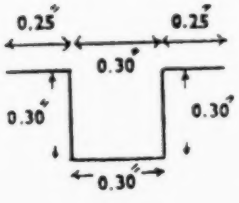


FIG. 4

6. Pour faire un manomètre à tube en U, découpez un morceau de caoutchouc dans un gros ballon et recouvrez-en l'ouverture d'un entonnoir. Maintenez ce diaphragme en place, bien serré, avec une ficelle. Reliez l'entonnoir et le tube en U au moyen d'un tuyau en caoutchouc de 2" de long.

Utilisations en classe et en T.P.

1. On l'utilise pour démontrer que la pression dans un liquide est la même dans toutes les directions.

2. On l'utilise aussi pour trouver la densité des liquides qui ne se mélangent pas à l'eau.

3. On l'utilise encore pour mesurer quantitativement les pressions des liquides et des gaz.

Suggestions de travaux recherche

1. Quelle différence cela ferait-il si, au lieu d'eau, vous utilisiez du mercure dans le manomètre à tube en U pour mesurer la densité?

2. Pouvez-vous utiliser le manomètre pour démontrer que les gaz, comme les liquides, transmettent une pression exercée sur eux également dans toutes les directions?

3. Est-ce que des liquides différents exercent la même pression à des profondeurs égales?

4. Pouvez-vous déterminer la pression de l'eau qui coule?

5. La diffusion des gaz peut être démontrée avec ce manomètre. Trouvez la pression créée par la diffusion d'un gaz.

6. De quelle façon pourriez-vous utiliser ce manomètre pour rechercher l'effet du climat sur la vitesse de transpiration?

7. Sans modifications apportées à cet instrument, peut-il être utilisé comme un baromètre? Si non, quelles modifications faudrait-il lui apporter?

C H R O N O M E T R E

Matériel nécessaire à la construction

1. Un morceau de bois de 3/4" x 3/4" x 7" (A)
2. Un morceau de bois de 3/4" x 3/4' x 9 1/2" (B)
3. Un morceau de bois de 3/4" x 3/4" x 3 1/4" (C)
4. Un morceau de verre de 1/16" x 1 1/4" x 1 1/4"
5. Un tube de verre de 6" de long et 8 mm de diamètre
6. Un boulon de 1 1/2" de long et 3/16" de diamètre
7. Deux bouchons en liège de 8 mm de diamètre

Instructions

1. Prenez le tube de verre et avec une règle en T, vérifiez que ses côtés soient bien droits.

2. Filtrez, faites bouillir et refiltrez une tasse d'eau. Laissez reposer l'eau pendant deux jours dans la tasse ouverte. Cette procédure est nécessaire pour éliminer de l'eau toute matière organique qui pourrait, par la suite, produire soit du gaz carbonique, soit de l'oxygène et, par là, ramener le taux de gaz dissous dans l'eau à la normale.

3. Faites tremper les bouchons dans de l'eau pendant deux jours. Puis enfoncez un bouchon à un bout du tube de verre. Le haut du bouchon doit être rentré de 1/8" à l'intérieur du tube. Bouchez ce bout avec de la cire à cacheter.

4. Remplissez le tube avec l'eau de la tasse. Enfoncez le second bouchon à moitié, retirez-le et renfoncez-le de sorte qu'une petite bulle d'air soit coincée dans le tube. La bulle doit avoir à peu près 1/8" ou 3/16" de diamètre. Sinon, retirez le bouchon et recommencez.

5. Quand vous avez une bulle de la bonne dimension, bouchez ce bout du tube avec de la cire. De cette façon, la bulle conservera sa taille et l'exactitude de l'appareil sera assurée.

6. Prenez le morceau de bois (A) et assurez-vous que ses bords soient bien droits et parallèles. Ce morceau doit absolument être parfaitement taillé. De l'un des bouts, ôtez maintenant un triangle de 1/4" x 2 7/8" (voir dessin). Vérifiez que ses faces soient parfaitement planes.

7. Prenez le bloc (B) et vérifiez-le de même. Sur un côté, faites des petites entailles de 1/8" à l'aide d'une scie à main à exactement 2", 4", 5 1/4" et 7" du bout (voir dessin). A partir du même bout, comptez 1/2" et faites un trou de 3/16" de diamètre. A l'autre bout, mais sur la surface sur laquelle vous avez pratiqué les encoches, et

sur 3/4" de long, ôtez 1/2" dans l'épaisseur de la planche. Vous avez ainsi une planche qui mesure 1/4" d'épaisseur sur ses derniers 3/4" de longueur (voir dessin).

8. Au centre de l'un des côtés du bloc (C), faites une entaille de 3/4" de long sur 1/2" de profondeur. Les blocs (B) et (C) doivent s'encastrer parfaitement. Clouez-les ensemble.

9. Enfoncez deux clous de 1 1/4" de long dans les bouts du bloc (C) de telle sorte que ceux-ci forment des "pieds".

10. Tirez une ligne en travers de la largeur du bloc (B) à 4" du bout dans lequel vous avez pratiqué un trou. Marquez cette ligne avec un crayon suffisament épais pour qu'on la voit sous la couche de vernis.

11. Passez tous les morceaux de bois au vernis. Quand vous en arriverez au bloc (B), placez un bord du morceau de verre sur la ligne (voir dessin); centrez le verre de façon à ce qu'il dépasse de 1/4" de chaque côté de la planche. Une fois le vernis sec, le morceau de verre devrait ne plus bouger.

12. Vissez le boulon dans le trou du bloc (B).

13. Disposez le tube de verre comme cela est montré sur le dessin.

14. Ajoutez les élastiques comme le montre la figure.

15. Assurez-vous que le côté droit du tube de verre soit bien sur le dessus.

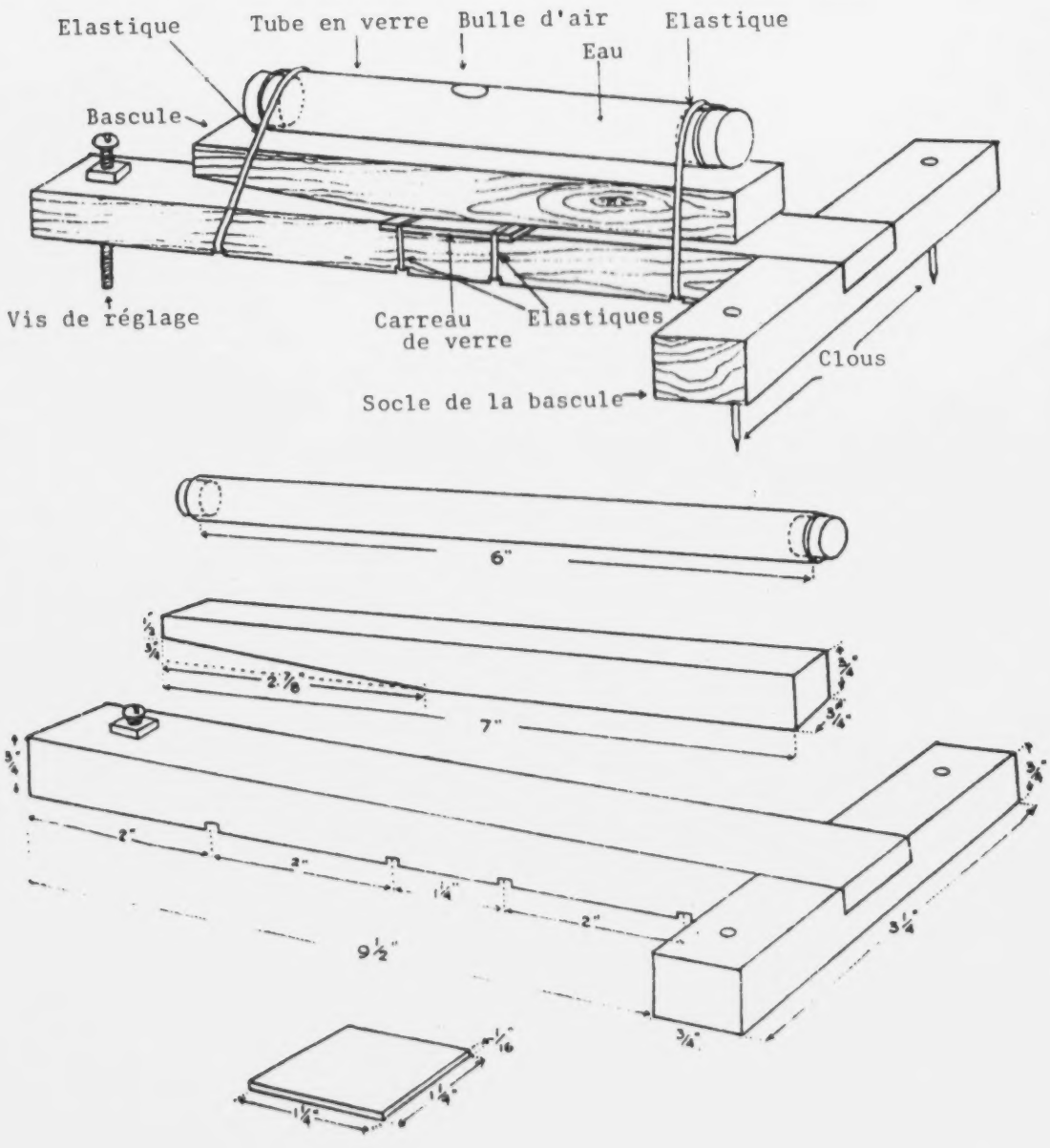
Calibrage

1. Servez-vous d'un chronomètre, d'une montre avec aiguille des secondes ou d'un simple pendule qui oscille 60 fois par minute.

2. Vérifiez que le tube est bien à plat. La bulle ne bouge pas en position horizontale. Vérifiez en plusieurs endroits. Faites les ajustements nécessaires en vissant plus ou moins le boulon.

3. Pour calibrer l'appareil à 0.1 seconde d'intervalle, faites aller la bulle du côté du boulon. Marquez le centre de la bulle au repos comme étant le point "zéro". Appuyez de ce côté pendant 2 secondes : appuyez fermement mais sans à coups pour ne pas faire bouger l'appareil. Au bout de 2 secondes, relâchez la pression rapidement mais avec précaution : la bulle se stabilisera immédiatement. Faites une marque à cet endroit (milieu de la bulle) et répétez cela dix fois. La position moyenne sera votre point "2 secondes". Divisez la longueur entre ces deux points en 20 parties égales : chaque intervalle représente 0.1 seconde. Vérifiez à l'aide du chronomètre.

CHRONOMETRE



4. Pour calibrer l'appareil à 15 secondes d'intervalle, assurez-vous d'abord que l'appareil soit bien à plat. Amenez la bulle du côté opposé au boulon. Marquez le point "zéro". Appuyez rapidement et avec précaution sur ce côté et relâchez au bout de 15 secondes. Faites une marque au point de repos de la bulle et répétez l'opération 10 fois pour déterminer la position moyenne du point "15 secondes". Divisez l'intervalle entre 0 et 15 en 15 parties égales : chaque division représente une seconde.

Utilisations en classe et en T.P.

Cet appareil vous permet de mesurer des dixièmes de secondes avec exactitude jusqu'à 15 secondes. Naturellement, il ne remplace pas un véritable chronomètre, mais il est utile pour augmenter l'équipement de votre classe.

M O T E U R E L E C T R I Q U E

Matériel nécessaire à la construction

1. Deux morceaux de lame de métal de 13" de long
2. Deux morceaux de lame de métal de 2" de long
3. Deux morceaux de lame de métal de 3 1/2" de long
4. Un manche à balai de 3" de long
5. Fil de fer n°24
6. Une planche de 1/2" x 5" x 6" (base)
7. Deux boulons et quatre écrous
8. Quatre vis
9. Fil de cuivre émaillé n°18
10. Bande adhésive
11. Une pile pour faire marcher le moteur

Instructions

1. Taillez, passez au papier de verre et vernissez le socle.

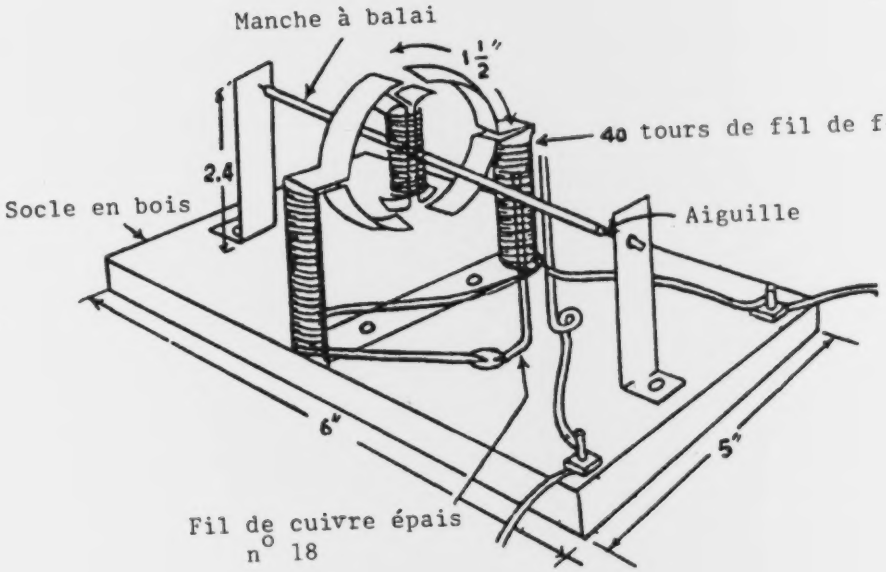
2. Prenez les deux lames de 13" de long et pliez-les ensemble en forme de U. La base doit avoir 4 1/2" de long et les bras 4 1/4" de long.

3. A 1 1/2" du bout de chaque bras, écartez les deux lames en forme de V.

4. Donnez à ce V une forme semi-circulaire de 2" de diamètre (cf.fig.B et C).

5. A 1/2" des demi-cercles, pliez les deux bras vers l'intérieur (fig.D).

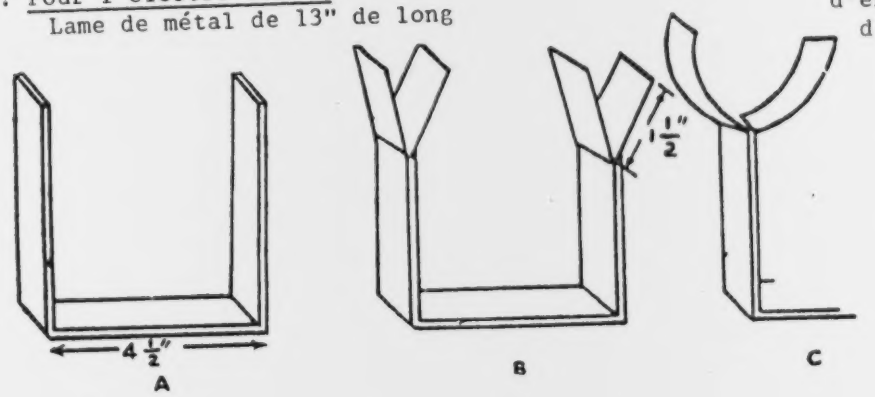
MOTEUR ELECTRIQUE

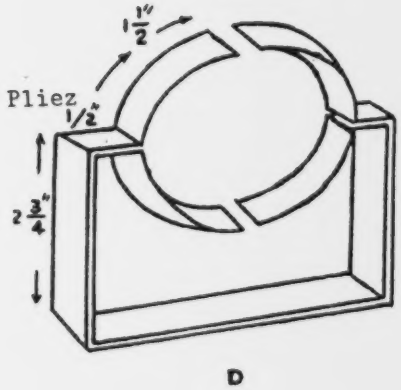


1. Pour l'électro-aimant

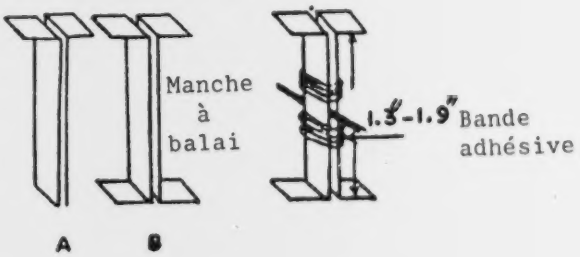
Lame de métal de 13" de long

Demi-cercle d'environ 2" de diamètre





2. Pour le rotor



6. Prenez les deux bouts de lame de 2" de long et donnez-leur la forme indiquée dans la figure II (rotor).

7. Placez le manche à balai entre les lames et assurez sa position avec une bande adhésive.

8. Prenez les lames de 3 1/2" de long. Pliez-les à angle droit à 2/7" de distance d'un bout, pour former les supports.

9. Faites de petits trous de 2 1/4" au-dessus de la pliure.

10. Avec le fil n°26, faites 60 tours dans le sens des aiguilles d'une montre autour d'un bras de l'électro-aimant et 60 tours dans le sens contraire autour de l'autre bras.

11. Entourez le rotor de 40 tours de fil n°26 mais laissez 1" libre aux deux bouts.

12. Placez ces bouts le long du manche à balai mais en sens opposé. Maintenez-les en place avec des morceaux de bande adhésive. Le plan de ces deux fils doit être à angle droit avec celui des aîlettes du rotor (voir dessin).

13. Enfoncez une aiguille à chaque bout du manche à balai.

14. Clouez l'électro-aimant au centre du socle, parallèlement à la largeur.

15. Clouez les supports en droite ligne comme le montre la figure.

16. Assemblez le rotor.

17. Coupez deux morceaux de fil de cuivre émaillé n°18. Passez les au papier de verre pour mettre à nu le métal. Pliez-les et fixez-les au socle avec des vis. Ils doivent toucher les extrémités dénudées du fil du rotor.

18. Raccordez un des balais à un des bouts du fil de l'électro-aimant.

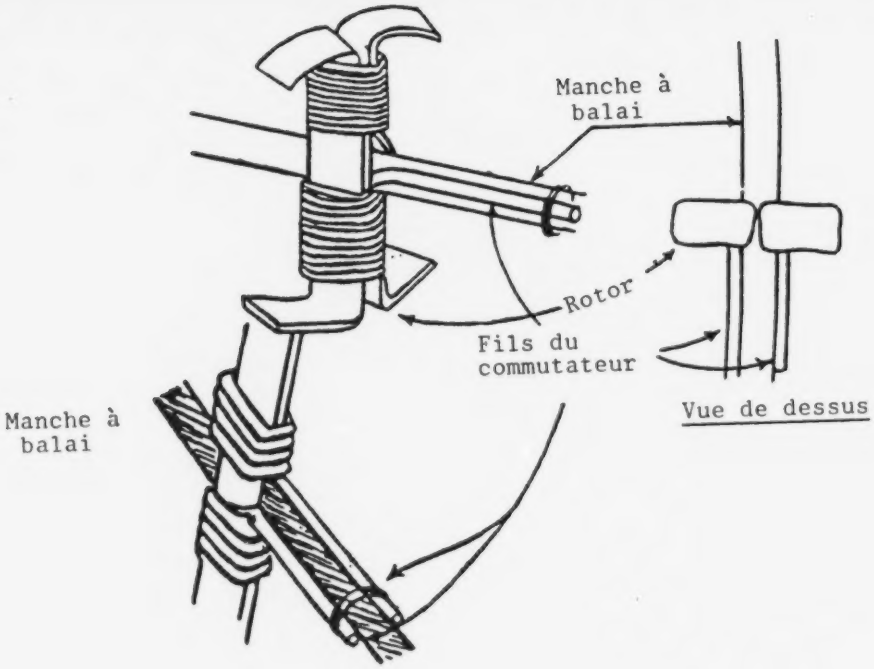
19. Raccordez le second bout de ce fil à l'une des bornes sur le socle.

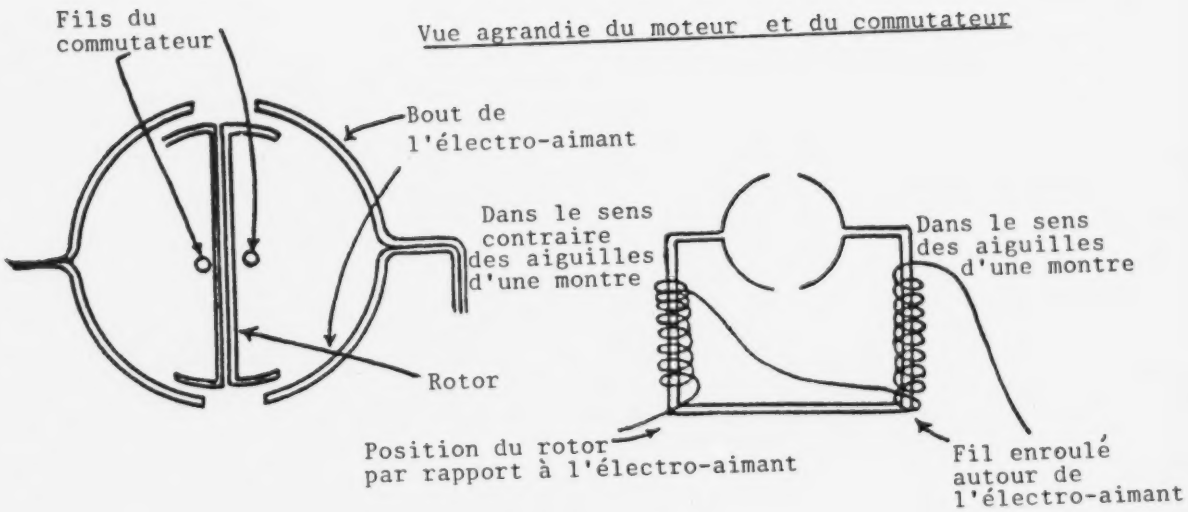
20. Raccordez la seconde borne avec un fil.

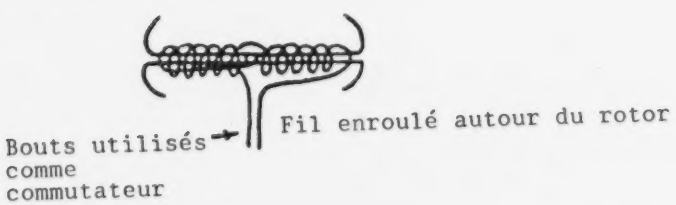
21. Branchez les bornes sur une bonne pile de type "D" et votre moteur devrait marcher.

Utilisations en classe et en T.P.

Vous trouverez cet appareil utile quand vous traiterez l'électromagnétisme et les moteurs électriques dont il permet une démonstration expérimentale bon marché. Il est de construction assez simple pour qu'un élève sans expérience puisse s'en fabriquer un qui fonctionne correctement.


Manche à balai
Rotor
Fils du commutateur
Vue de dessus
Manche à balai


Fils du commutateur
Vue agrandie du moteur et du commutateur
Bout de l'électro-aimant
Dans le sens contraire des aiguilles d'une montre
Dans le sens des aiguilles d'une montre
Rotor
Position du rotor par rapport à l'électro-aimant
Fil enroulé autour de l'électro-aimant


Fil enroulé autour du rotor
Bouts utilisés comme commutateur

Remarques sur l'emploi et la construction

Des vérifications régulières seront nécessaires afin que ce moteur fonctionne correctement. Avant de le faire marcher, il y a un certain nombre de choses importantes qu'il faut vérifier. Assurez-vous que les balais ne sont pas corrodés et avant chaque expérience, il faut les passer au papier de verre pour permettre un bon fonctionnement du moteur. Naturellement, les branchements doivent être vérifiés à deux fois. Si après ces vérifications, le moteur ne tourne pas, changez ou ajoutez une autre batterie. Si le moteur ne tourne toujours pas, vérifiez l'enroulage du fil autour de la bobine; enfin relisez le plan de construction pour voir si vous l'avez suivi correctement.

Après une expérience présentée en classe, vous pouvez poser ces questions à vos élèves :

1. Quelle doit être la distance minimale entre le rotor et le stator?

2. Si les nombres de tours sur le rotor et sur le stator étaient égaux, que se passerait-il?

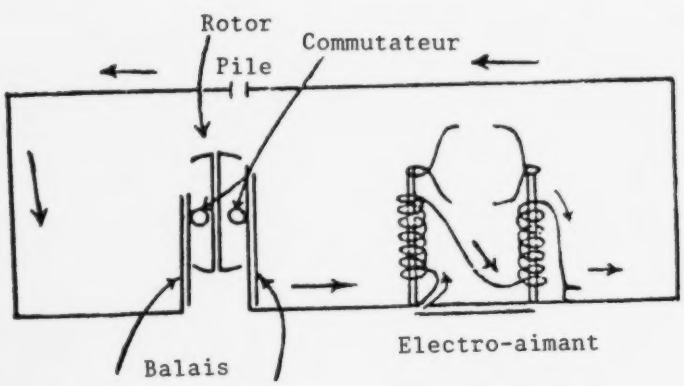
3. Quelle influence peut avoir la longueur du manche à balai sur le fonctionnement de ce moteur?

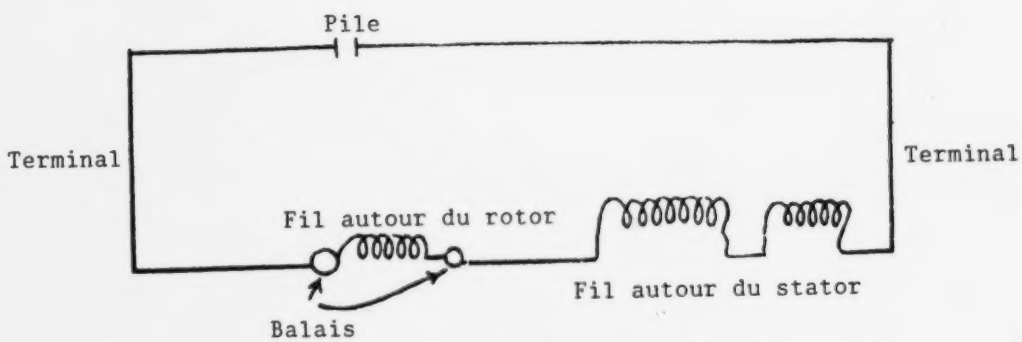
4. Que se passerait-il si le plan des extrémités du commutateur était parallèle à celui du rotor?

5. Décrivez ce qui se passe dans le rotor et le stator quand le courant passe dans la bobine.

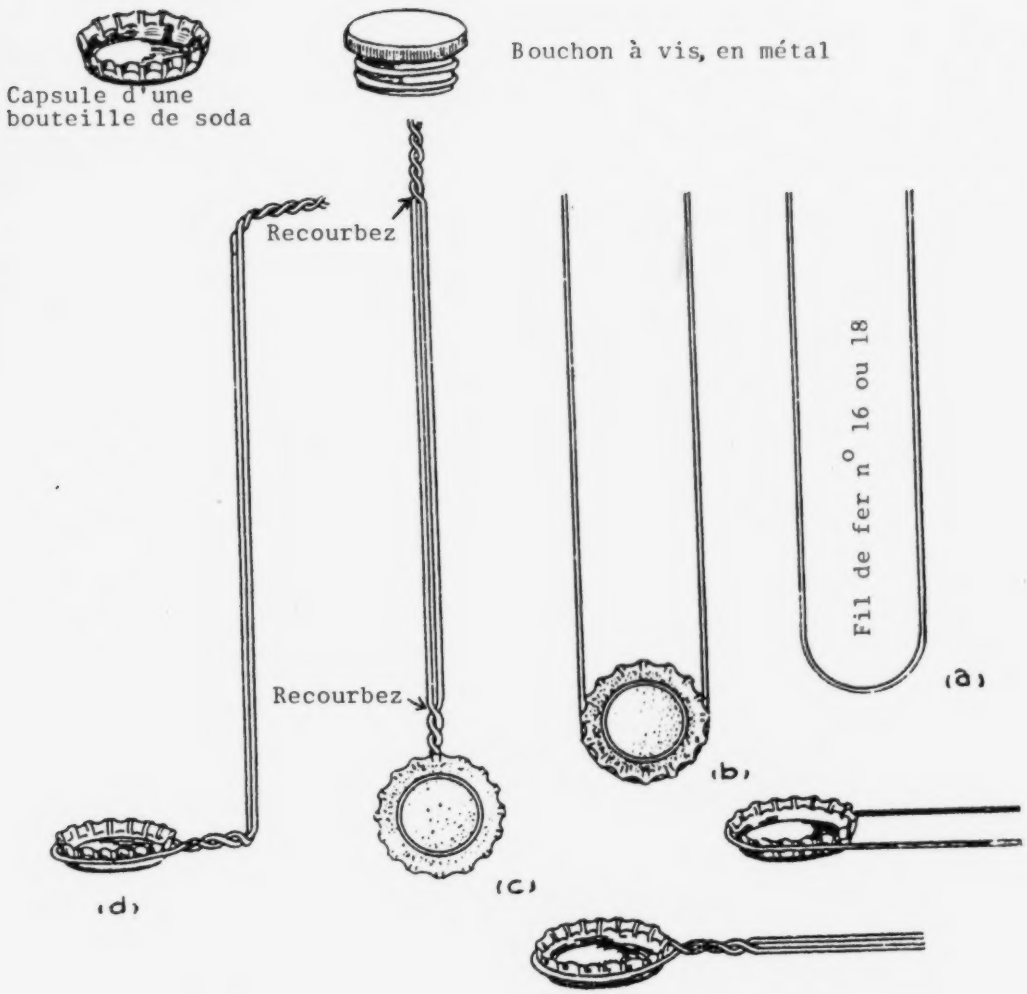
MOTEUR ELECTRIQUE

- DIAGRAMME DES CIRCUITS -





CUILLER A FUSION



C U I L L E R A F U S I O N

Matériel nécessaire à la construction

1. Bouchon de bouteille de soda ou bouchon métallique de 1 cm de diamètre
2. Fil de fer fin de 1 pied de long

Instructions

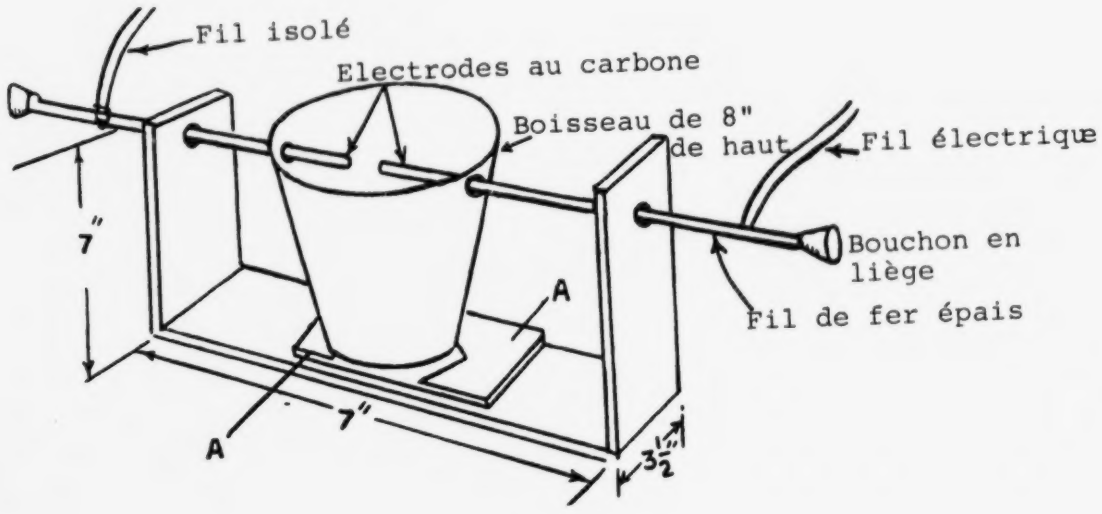
1. Pliez le fil de fer en son milieu à la dimension du bouchon.
2. Coincez le bouchon dans le fil de fer en tordant celui-ci deux ou trois fois sur lui-même.
3. Recourbez le fil de fer à angle droit légèrement au-dessus de la cuiller.
4. Recourbez également le haut du manche.

F O Y E R A A R C A U C A R B O N E

Matériel nécessaire à la construction

1. Un pot en terre (argile)
2. Un boisseau de drainage
3. Trois morceaux de bois de 1/2" x 3 1/2" x 7"
4. Deux gros bouchons en liège
5. 16" de gros fil de fer
6. Deux piles usées de type "D"
7. Rhéostat à eau (explications données plus bas)
8. Fil électrique

FOYER A ARC AU CARBONE



Instructions

1. Le fond du boisseau de drainage que nous avons utilisé avait à peu près 3", c'est pourquoi nous avons choisi une planchette de 3 1/2" de large. Construisez le support en bois comme indiqué sur le dessin.

2. Les morceaux de bois "A" doivent être taillés et cloués (voir dessin). Ce sont eux qui tiennent le boisseau en place.

3. Faites des trous de 1/4" de diamètre dans les deux montants en bois et dans le pot de terre.

4. Retirez les électrodes au carbone de deux piles de type "D" usées.

5. Coupez deux morceaux de fil de fer d'environ 8" de long chacun. Reliez une électrode à chaque fil en les entourant avec un peu de fil électrique.

6. Attachez solidement les bouchons en liège aux deux bouts des fils de fer. Scellez-les avec de la colle ou de la cire à cacheter. Ils serviront de poignées isolantes.

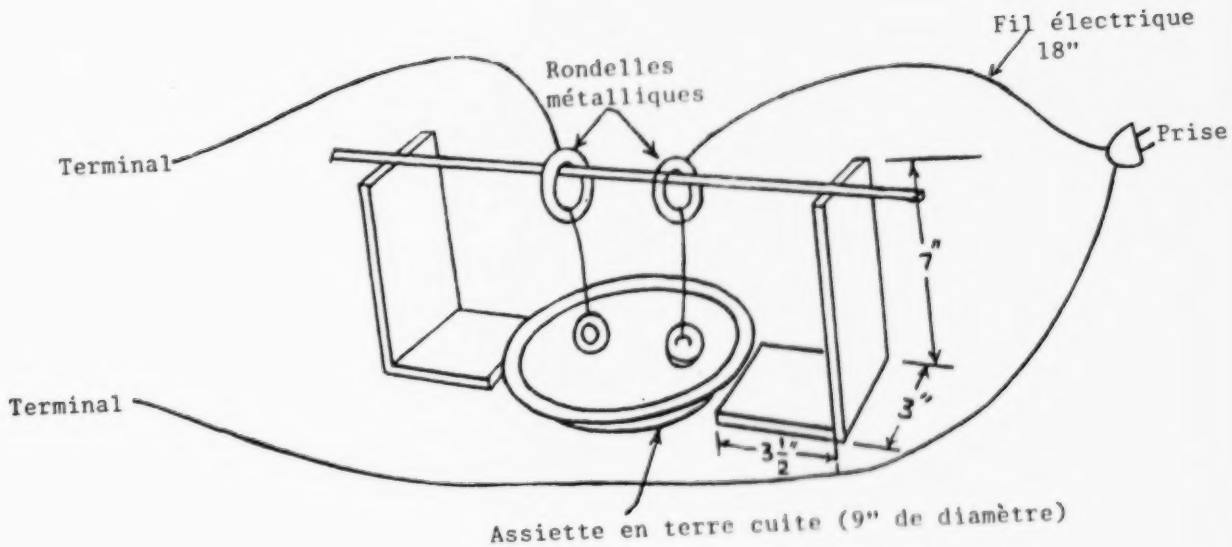
7. Assemblez l'appareil et reliez-le à une prise électrique par l'intermédiaire du rhéostat à eau salée.

Attention!

Quand vous utilisez l'arc au carbone, portez toujours des lunettes noires. Ne touchez pas les parties métalliques et assurez-vous que tout ce que vous introduisez dans l'arc soit sec et bien isolé.

Utilisations en classe et en T.P.

On utilise l'arc au carbone pour créer des températures capables de faire facilement fondre le verre. On peut donc l'utiliser pour le travail du verre et pour d'autres travaux qui requièrent de hautes températures.



R H E O S T A T A E A U S A L E E

Matériel nécessaire à la construction

1. Deux supports en bois de 1/2" x 3" x 7"
2. Socle en bois de 1/2" x 3" x 12"
3. Une assiette en terre cuite (argile)
4. Une tige de bambou de 14" de long
5. Quatre grosses rondelles métalliques
6. Fil électrique isolé

Instructions

1. Taillez et passez au papier de verre les planches en bois indiquées en 1 et 2 dans la liste ci-dessus.

2. Clouez les supports à la base comme cela est montré sur le graphique.

3. Reliez les rondelles avec du fil isolant comme indiqué sur le dessin.

4. Enfilez les rondelles sur la tige de bambou et placez le tout sur le cadre en bois comme le montre le dessin.

5. Mettez les rondelles suspendues dans l'assiette en terre et remplissez celle-ci avec de l'eau.

6. Reliez les bornes électriques comme cela est indiqué sur le dessin.

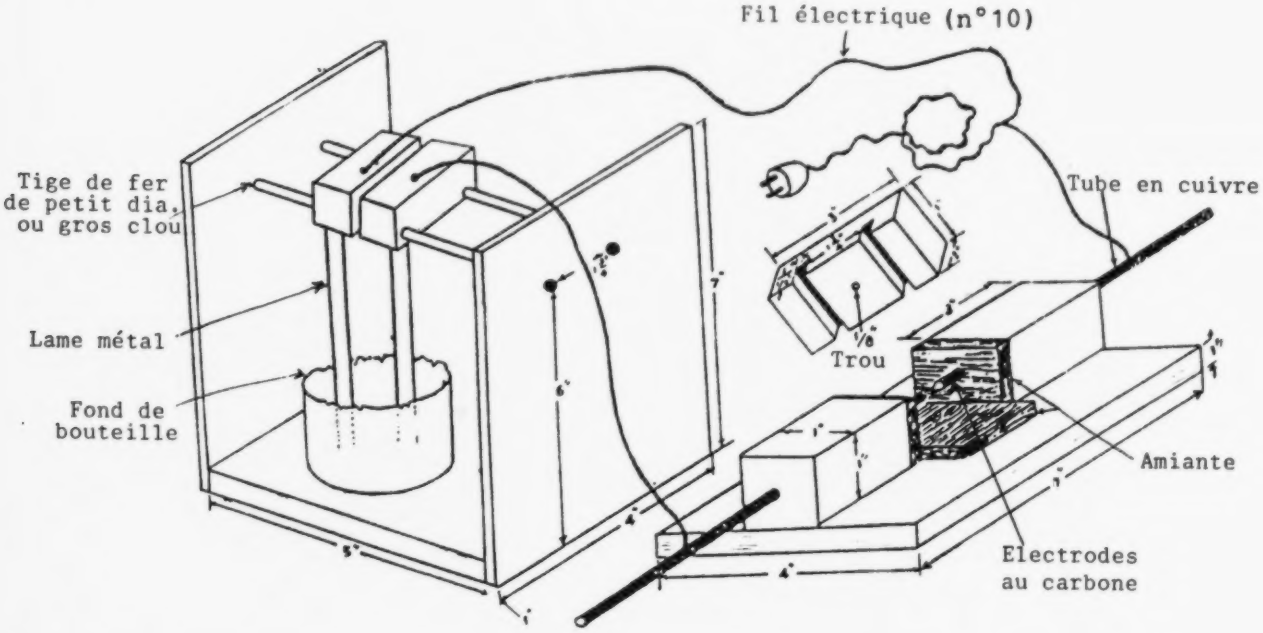
7. Mettez un petit peu de sel dans l'eau et branchez le rhéostat. Ajoutez plus de sel si besoin est et modifiez l'intensité du courant en changeant la distance entre les rondelles dans l'assiette.

Utilisations en classe et en T.P.

Ce rhéostat est utilisé en conjonction avec le foyer à arc au carbone. Il offre une résistance suffisante pour que le courant électrique normal soit utilisé.

Remarques sur l'emploi et la construction

Avant d'utiliser cet appareil, vous devez d'abord placer les rondelles assez séparées l'une de l'autre. Puis ajoutez de petites quantités de sel dans l'eau jusqu'à ce que le courant passe. Vous pouvez varier l'intensité du courant en modifiant la distance entre les rondelles, mais essayez d'éviter d'ajouter plus de sel dans la solution après que le courant ait commencé à passer.



AUTRE CONSTRUCTION POSSIBLE POUR FOYER A ARC AU CARBONE ET RHEOSTAT

G E N E R A T E U R A G A Z D E K I P P S

Matériel nécessaire à la construction

1. Une bouteille ou boîte avec large goulot (fond: 6" de diamètre, goulot: 4" de diamètre) .
2. Une bouteille d'orangeade de 8" de haut
3. Une bouteille au goulot conique
4. 14" de tube de verre
5. Deux bouchons de caoutchouc à un trou
6. Un bouchon de caoutchouc sans trou
7. Tuyau de caoutchouc

Instructions

1. Faites un trou dans le bas de la première bouteille, juste au-dessus du fond.

2. Enfoncez-y le bouchon sans trou.

3. Faites un trou dans le bas de la bouteille d'orangeade, juste au-dessus du fond.

4. Faites un second trou au centre du fond de la bouteille.

5. Coupez la troisième bouteille juste au-dessous du goulot conique. Cette partie conique va vous servir d'entonnoir.

6. Enfoncez 12" de tube de verre dans un bouchon à un trou et installez la bouteille d'orangeade et l'entonnoir comme le montre le dessin.

7. Renversez la bouteille d'orangeade dans la première bouteille (voir dessin).

8. Scellez l'espace entre les deux avec de la poix.

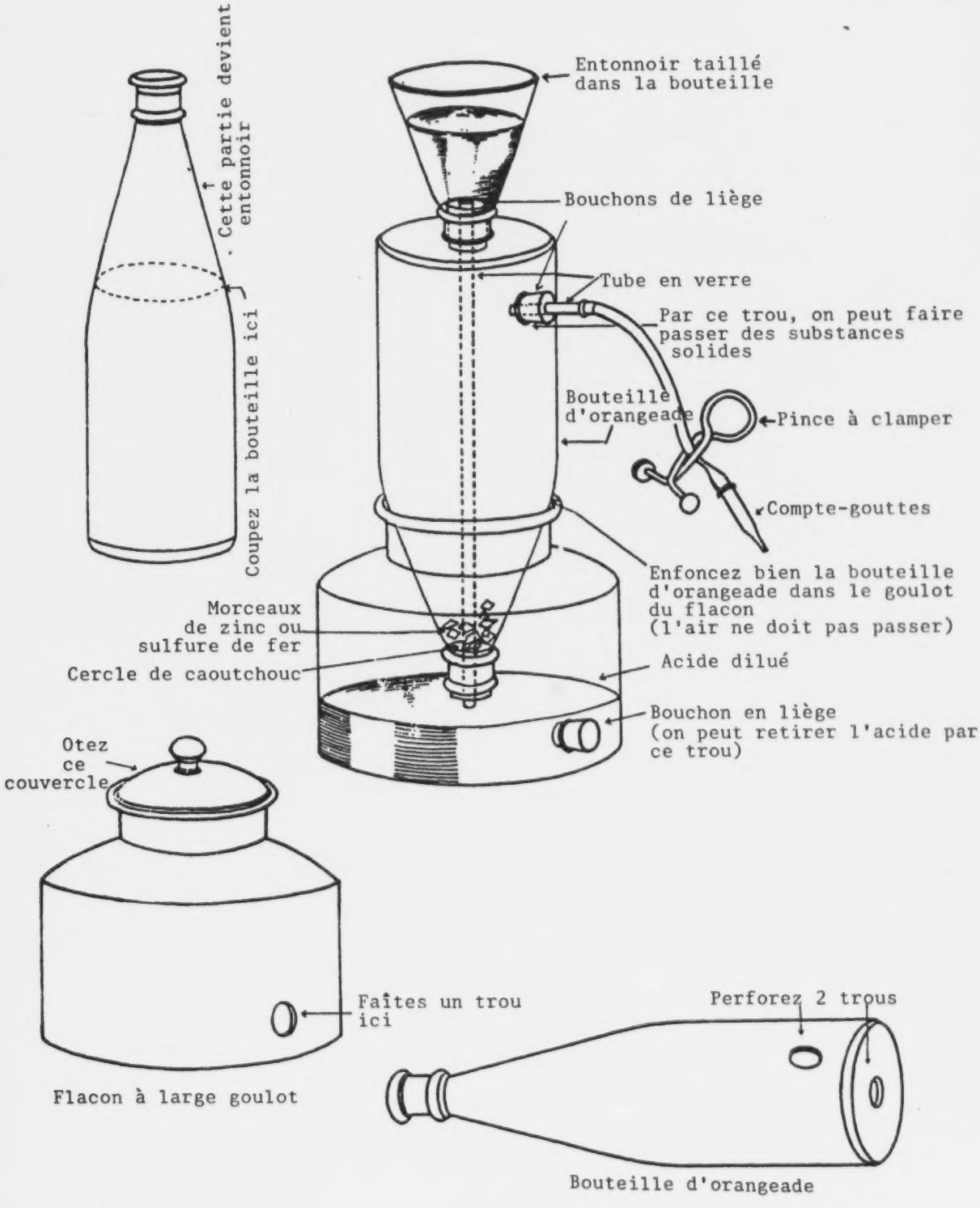
9. Assemblez les autres parties de l'appareil comme indiqué sur le dessin. Placez un morceau de caoutchouc, avec un trou au milieu, sur le goulot de la bouteille d'orangeade. Il servira à retenir le produit chimique utilisé (zinc, sulfure de fer, etc.).

10. Vous pouvez utiliser une pince serrante en métal pour bloquer le tuyau ou bien vous pouvez en fabriquer une vous-même.

Utilisation en classe et en T.P.

En construisant cet appareil parfaitement fonctionnel, l'élève devrait mieux saisir les principes de base de son fonctionnement.

GENERATEUR A GAZ DE KIPPS



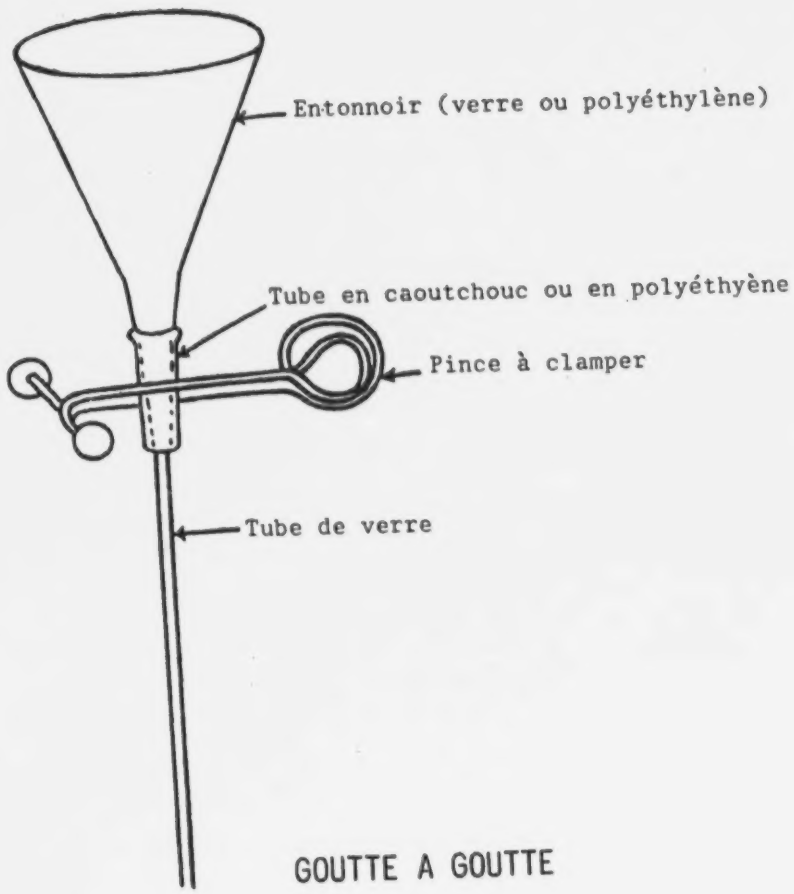
G O U T T E A G O U T T E

Matériel nécessaire à la construction

1. Un entonnoir en plastique ou en verre
2. Un tube de verre de 6" à 8" de long
3. Une pince à clamper
4. Quelques inches de tuyau en caoutchouc

Instructions

Pour la construction du goutte à goutte : voir la figure



GOUTTE A GOUTTE

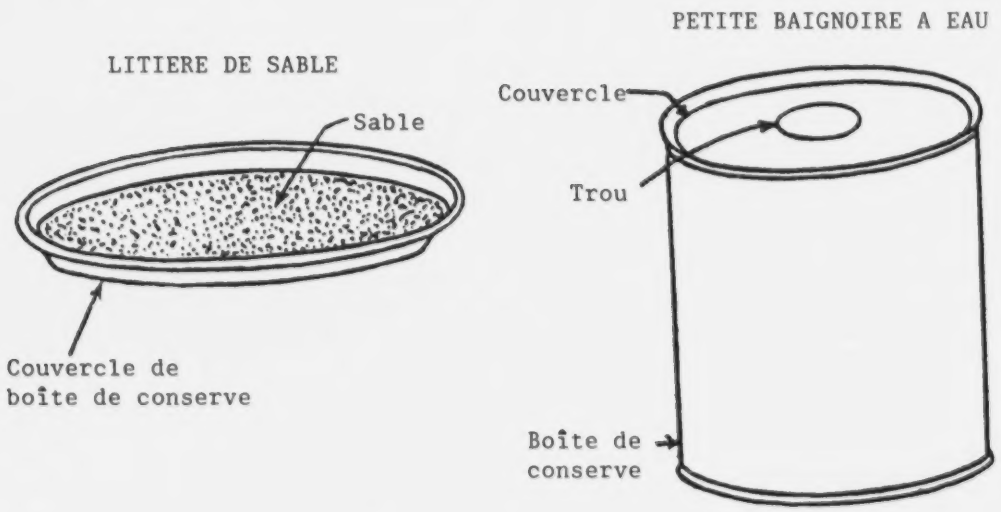
L I T I E R E D E S A B L E

Matériel nécessaire à la construction

Un couvercle de boîte de conserve de 4" à 6" de diamètre

Instructions

Voir la figure



P E T I T E B A I G N O I R E A E A U

Matériel nécessaire à la construction

Une boîte de conserve avec son couvercle

Instructions

Faites un trou de 1" de diamètre dans le couvercle de la boîte

M I C R O S C O P E A U N E L E N T I L L E

Matériel nécessaire à la construction

1. Deux morceaux de bois de 1/2" x 4" x 6"
2. Deux morceaux de bois de 1/2" x 1/2" x 4"
3. Un morceau de bois de 1/2" x 1/2" x 4"
4. Deux morceaux de bois de 1/2" x 1/2" x 1"
5. Une petite ampoule de lampe de poche
6. Un boulon de 3/16" de diamètre et un écrou de 3 1/2" de long
7. Lame métallique de 8" de long
8. Petit miroir de 1/2" x 3"
9. Deux élastiques

Instructions

1. Taillez et passez au papier de verre les morceaux de bois.

2. Prenez 5" de lame métallique et recourbez-la à 90° à 1" de chaque bout. Avec un gros clou, faites un trou au milieu de la partie longue de 3". Faites de petits trous au bout des sections de 1" de long. Clouez la lame métallique au milieu du socle en bois de 4" x 6" comme indiqué sur le dessin. Il servira de support au miroir.

3. Posez le miroir sur le morceau de bois de 1/2" x 1/2" x 3" et attachez-le avec des élastiques. Placez cet ensemble entre les montants du crochet métallique que vous venez de réaliser et maintenez-le en place avec des punaises de façon à ce qu'on puisse le faire tourner pour capter le plus de lumière possible.

4. Clouez les montants en bois (1/2" x 1/2" x 4") à la base.

5. La planche de 1/2" x 4" x 6" sert de platine de microscope. Faites-y une entaille de 1" de large sur 2" de long comme le montre la figure.

6. Clouez les blocs de bois de 1/2" x 1/2" x 1" sur un des petits (3") côtés de la platine (voir dessin).

7. Clouez la platine aux montants.

8. Faites un trou de 3/16" pour le boulon d'ajustement au milieu du morceau de bois de 1/2" x 1/2" x 4".

9. Clouez la lame métallique sur la platine (voir dessin) en vous assurant que la partie clouée ne gêne pas la lame mince. Clouez le morceau de bois de 1/2" x 1/2" x 4". Limez le boulon en pointe extrêmement fine. Chauffez-le

et placez-le au-dessus du trou. Laissez la cire refroidir. Vissez le boulon. Il ne doit qu'à peine toucher la lame métallique.

10. Prenez l'ampoule de lampe de poche et ôtez-en la partie supérieure en faisant une rainure autour de la circonférence puis en cassant. Vous avez une lentille.

11. Dans un morceau de bois, sciez un cercle d'1" de diamètre et d'1/2" d'épaisseur maximum. Faites un trou de 3/16" en son centre et limez-en les bords jusqu'à ce que la lentille s'y loge étroitement.

12. Taillez une fente dans le cercle de 1" pour l'enfoncer sur la lame métallique. Il se peut que vous ayez à le consolider avec du papier adhésif.

13. Mettez la lentille en place et votre microscope est prêt.

Suggestions de travaux de recherche

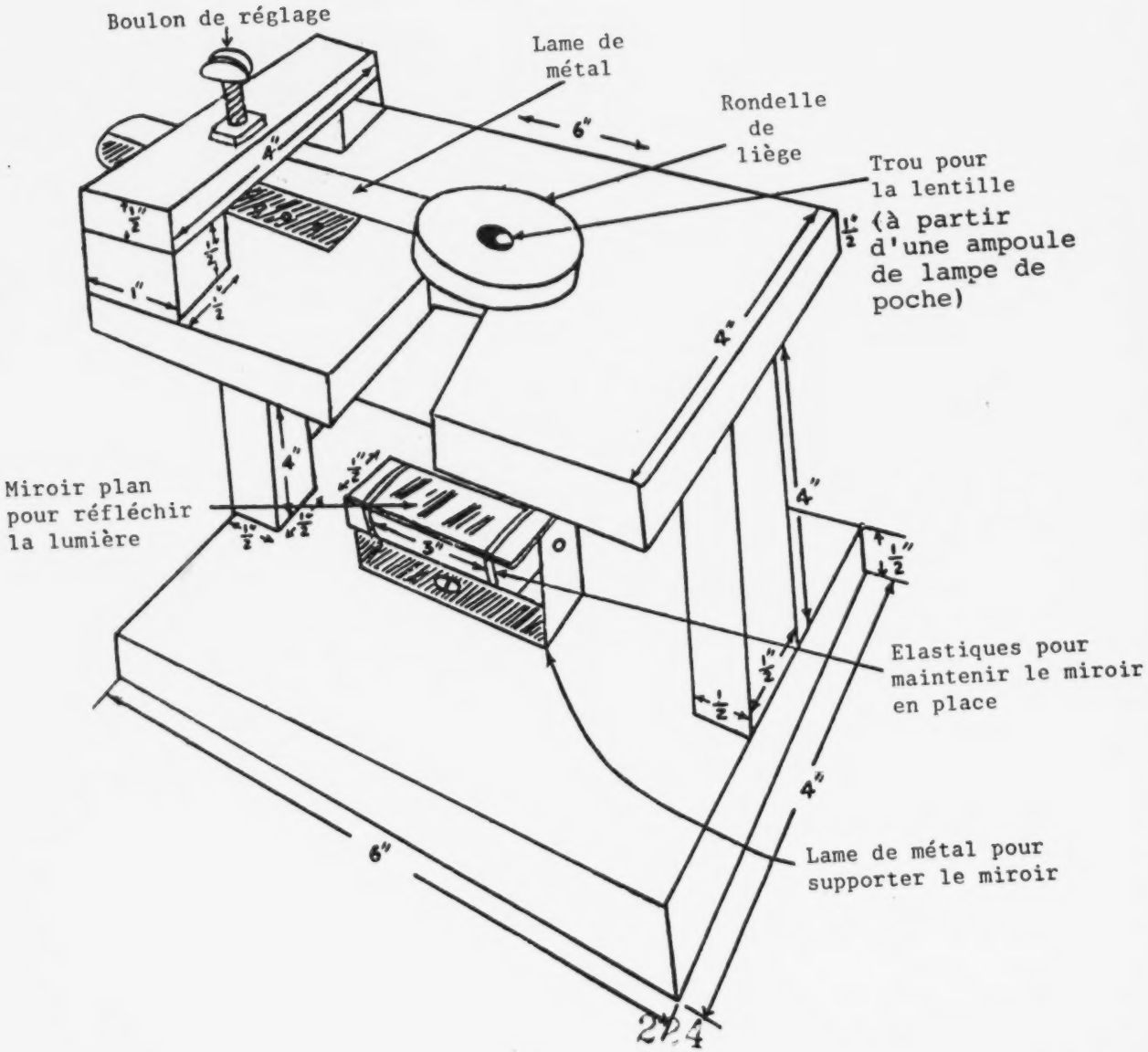
1. Comment la lentille peut-elle agrandir les objets?

2. Quelle sorte d'image ce simple microscope forme-t-il?

3. Où doit-on placer la lame mince? Pourquoi?

4. On peut utiliser des billes de verre en guise de lentilles. Préparez-en de différentes tailles en vous assurant qu'elles sont parfaitement rondes et qu'il n'y ait pas de bulles d'air emprisonnées dedans. Placez la bille de verre entre deux morceaux de lame métallique de sorte que les deux trous dans la lame soient situés au-dessus et au-dessous de la bille. Pourquoi et comment le grossissement varie-t-il avec la taille de la bille?

MICROSCOPE A UNE LENTILLE



P R O J E C T E U R

Matériel nécessaire à la construction

1. Deux panneaux de bois de 3/4" x 5 1/2" x 9 1/2" (grands côtés)
2. Deux panneaux de bois de 3/4" x 5 1/2" x 6" (petits côtés)
3. Un panneau de 3/4" x 6" x 11"
4. Une petite boîte de conserve
5. Une petite ampoule de lampe de poche
6. Une ampoule de 60 watts
7. Une douille d'ampoule électrique
8. Fil électrique
9. Une fiche de courant
10. Une ampoule brûlée
11. Un bouchon en caoutchouc
12. Un bouchon en liège
13. Lame métallique
14. Un morceau de carton de 4" x 2"
15. Un morceau de carton léger de 6" x 2"
16. De la peinture noire

Instructions

1. Faites un trou au centre de l'un des petits côtés de la boîte en bois; puis construisez celle-ci en vous référant au dessin

2. Taillez le dessus en carton, puis faites-y un trou comme le montre le dessin.

3. Peignez l'intérieur en noir.

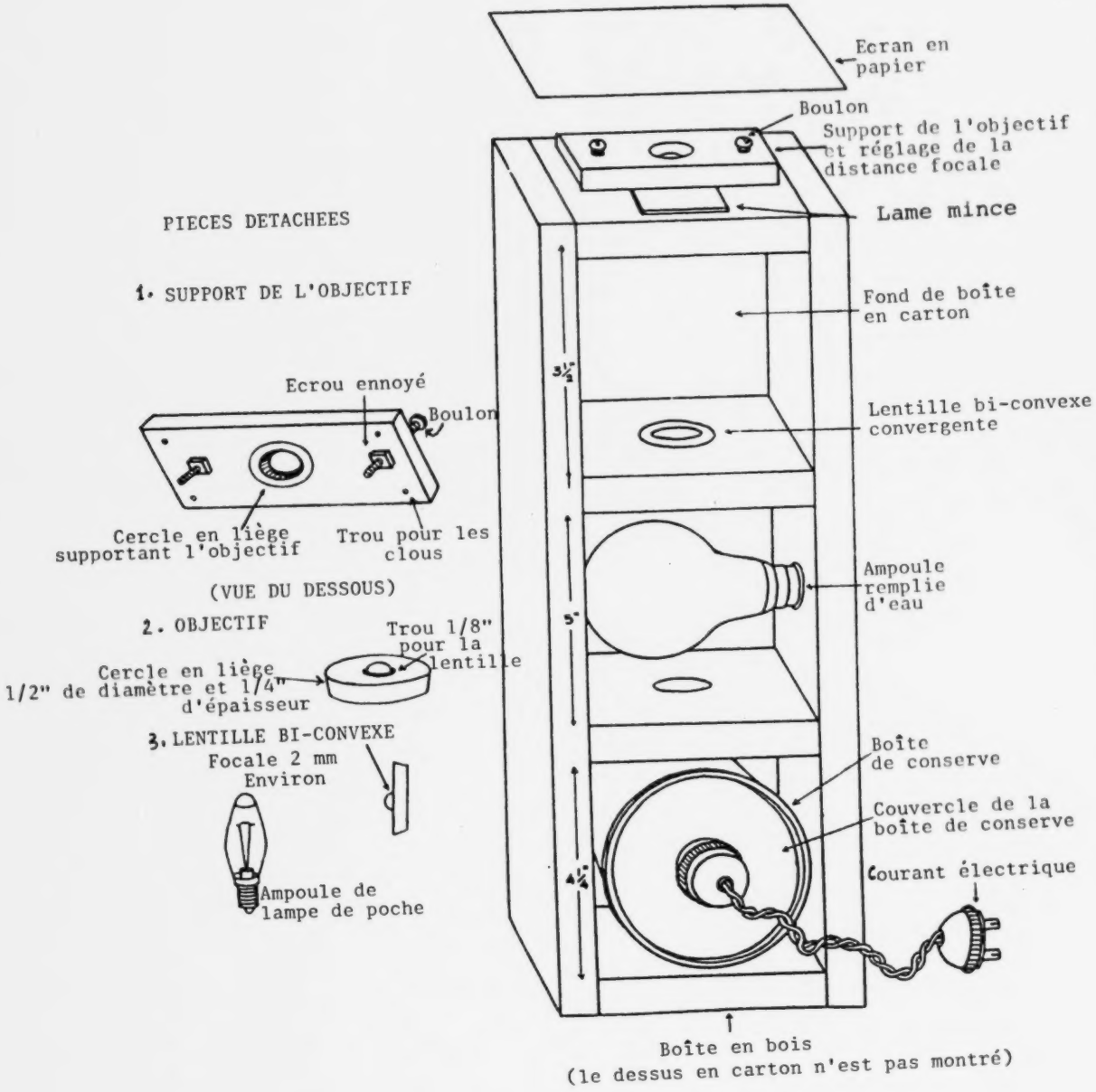
4. Faites un trou dans le couvercle de la boîte de conserve pour y loger la douille de la lampe (voir dessin). Pratiquez une ouverture dans le flanc de la boîte de conserve comme le montre le dessin. L'ouverture doit se trouver juste au niveau du renflement de l'ampoule.

5. Videz et nettoyez l'ampoule brûlée, remplissez-la d'eau et bouchez-la avec le bouchon en liège.

6. Faites-lui un socle avec un morceau de carton de 6" x 2" (voir dessin). Placez le tout dans la boîte en bois comme le montre le dessin (p.227). Cette ampoule pleine d'eau agit comme une lentille convergente pour la lumière venant de la boîte de conserve.

7. La lame mince doit être placée à l'autre extrémité de la boîte en bois. Ajoutez les bouts de lame de métal comme le montre le dessin. Les deux morceaux plats maintiendront la lame mince en place. Les deux morceaux recourbés maintiendront la lentille en place.

PROJECTEUR


Ecran en papier
Boulon
Support de l'objectif et réglage de la distance focale
Lame mince
Fond de boîte en carton
Lentille bi-convexe convergente
Ampoule remplie d'eau
Boîte de conserve
Couvercle de la boîte de conserve
Courant électrique
Boîte en bois
(le dessus en carton n'est pas montré)
3½"
5"
4½"
PIECES DETACHEES
1. SUPPORT DE L'OBJECTIF
Ecrou ennoyé
Boulon
Cercle en liège supportant l'objectif
Trou pour les clous
(VUE DU DESSOUS)
2. OBJECTIF
Trou 1/8" pour la lentille
Cercle en liège 1/2" de diamètre et 1/4" d'épaisseur
3. LENTILLE BI-CONVEXE
Focale 2 mm Environ
Ampoule de lampe de poche

8. La lentille est la même ou du même type que celle utilisée pour le microscope à une lentille. Elle est faite à partir d'une ampoule de lampe de poche. Pour la monter sur le devant de la boîte en bois : découpez un disque dans un bouchon de liège (fig.3, p. 231, partie noire); installez-la sur un morceau de carton plat (4" x 2") (voir fig.4, p. 231); forez un petit trou au centre du bouchon et à travers le carton, de sorte que la lentille puisse s'y loger. Assurez-vous qu'aucune lumière ne puisse s'échapper des bords de la lentille.

9. La lentille étant installée, attachez-la sur le devant de la boîte en bois.

10. Taillez deux fentes dans le carton (fig.4) et glissez dedans les deux bouts recourbés de la lame métallique du devant de la boîte.

11. Préparez un écran en faisant un petit cadre de bois comme vous l'indique la fig.5 et en y attachant un papier très fin et translucide (nous avons utilisé la fine feuille protectrice d'un papier à polycopier au stencil).

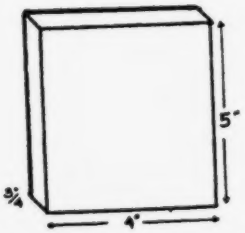
12. Glissez une lame mince sous les pinces sur le devant du projecteur. Fermez toutes les fenêtres, éteignez toutes les lumières et obscurcissez la pièce. Placez l'écran à environ deux pieds du projecteur et branchez celui-ci.

13. Une image agrandie de la lame mince apparaît sur l'écran. Pour une convergence lumineuse plus grande, placez une lentille (voir banc optique, p. 140) à l'avant de l'ampoule remplie d'eau. Il vous faudra faire plusieurs essais avec ce projecteur avant d'obtenir des résultats satisfaisants. Vous devrez faire des ajustements : source lumineuse dans la boîte de conserve, lentille convergente (ampoule remplie d'eau), lentille faite à partir de l'ampoule de lampe de poche, lame mince enfin. Cependant, après quelques essais, vous devriez pouvoir vous servir de ce projecteur en classe.

Utilisations en classe et en T.P.

Vous vous en servirez pour projeter une image agrandie de cellules, de coupes transversales de feuilles, de racines, de tiges, etc. ce qui permet à un grand nombre d'élèves de participer tous à la fois à la même démonstration.

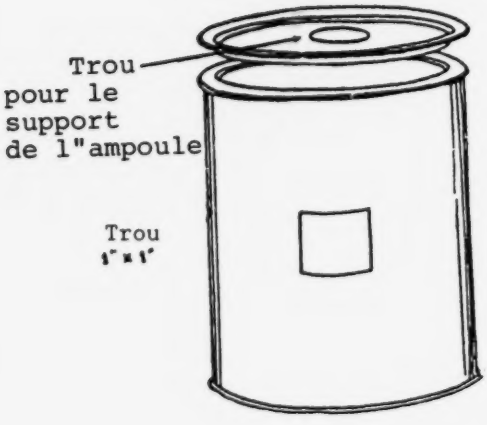
3. Boîte en bois

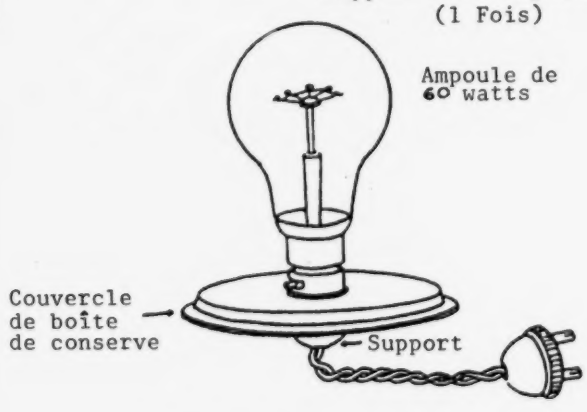


Taillez un morceau pour la base et trois morceaux (avec un trou de 1/2" de diamètre au milieu) pour les étagères

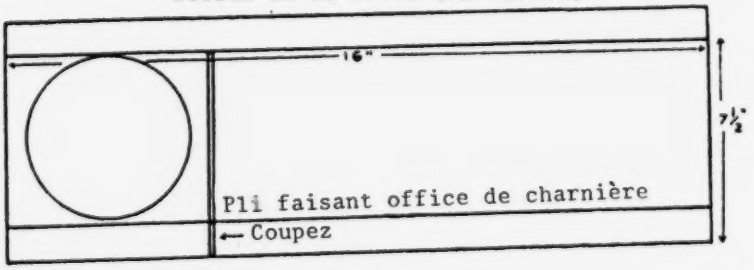
Support de l'objectif (1 Fois)

4.



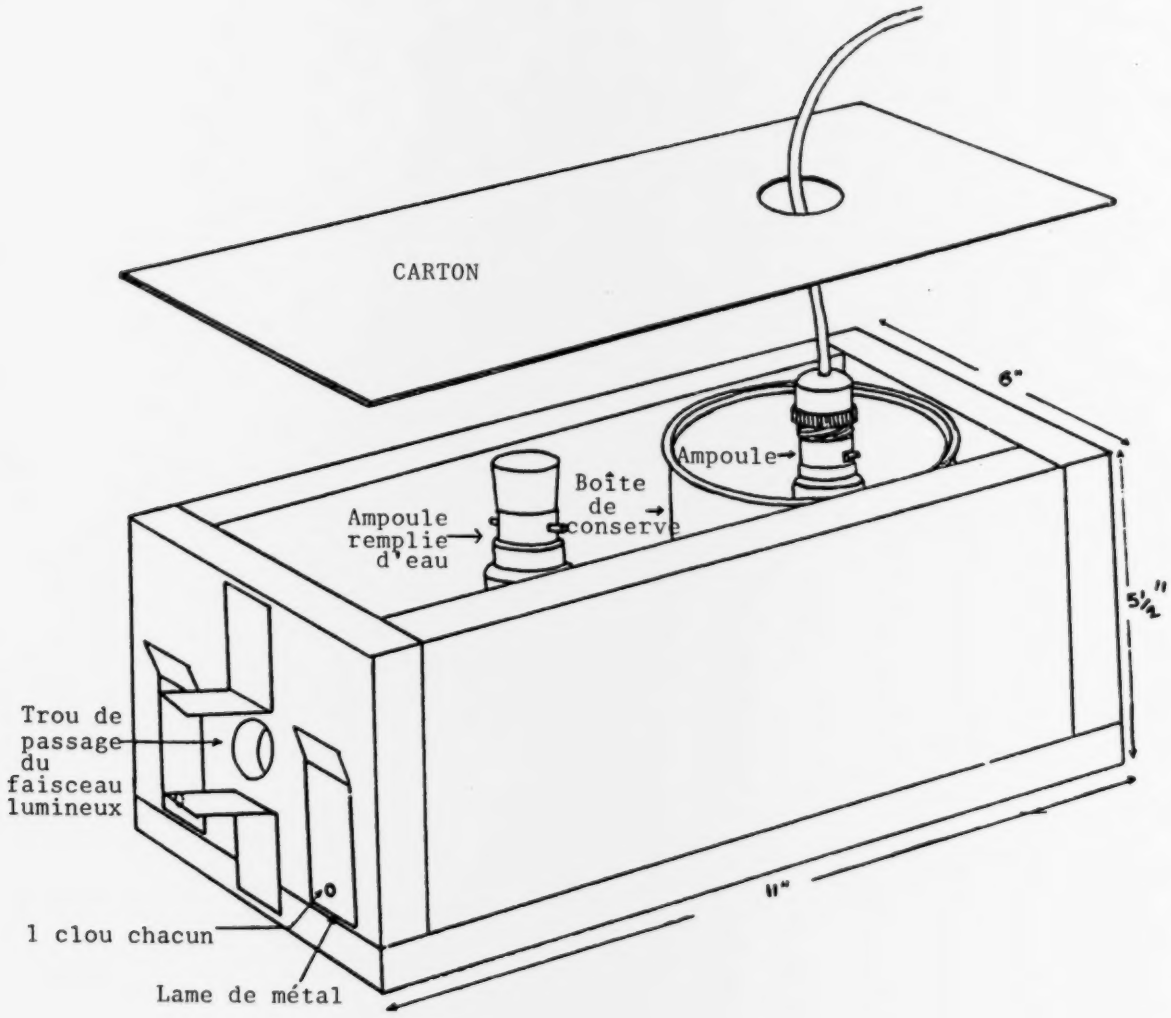


Dessus de la boîte (en carton)



PROJECTEUR

(vue différente)



PROJECTEUR

- DETAIL -

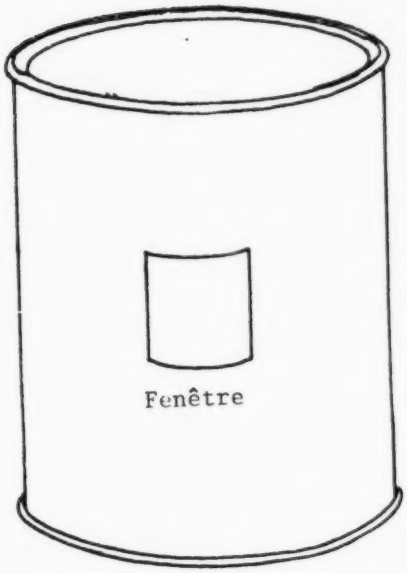


FIG. 1.

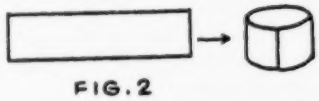


FIG. 2

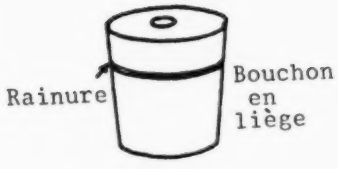


FIG. 3

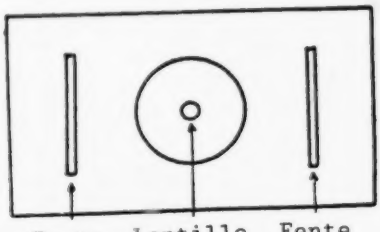


FIG. 4

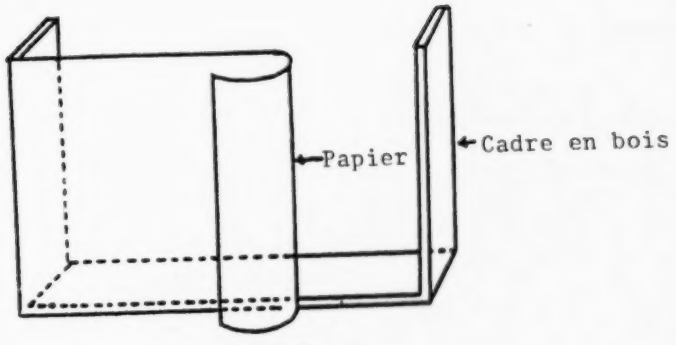


FIG. 5

M I C R O S C O P E A L E N T I L L E S M U L T I P L E S

Matériel nécessaire à la construction

Barillet

1. Une lentille double convexe faite à partir d'une ampoule de lampe de poche
2. Un bouchon en liège de 1"
3. Deux loupes de fabricants de montres à courtes distances focales (5 - 10 cm)
4. Un tube de bambou d'environ 8" de long et dont le diamètre intérieur est légèrement inférieur au diamètre des deux oculaires
5. Bande adhésive isolante
6. Carton épais

Support du barillet

7. Un morceau de bois de 1" x 2 1/2" x 7"

Platine

8. Socle en bois de 1/2" x 4" x 6"
9. Morceau de bois de 1/2" x 2" x 6" pour la platine
10. Deux morceau de lame de métal de 2" de long
11. Deux écrous de 3/16" et deux boulons de 1 1/2" de long
12. Deux morceaux de lame de métal de 1" de long
13. Clous fins de 1 1/2" de long

Socle

14. Socle de bois de 1" x 4" x 7"
15. Deux montants de bois de 1" x 2" x 5"
16. Un support de miroir de 1/2" x 1" x 2"
17. Deux morceaux de lame de métal de 2 1/2" de long
18. Un miroir de 1" x 2"
19. Un écrou de 1/4" et un boulon de 3 1/2" de long

Instructions

Remarque :
La distance entre l'objectif et la première oculaire est une distance invariable dont la longueur est définie par la formule : $D = S + F_e$ où F_e est la distance focale de la première oculaire et S est déterminé par les formules :

$$\frac{1}{S} = \frac{-1}{(f + 0.1\ f)} + \frac{1}{f}$$

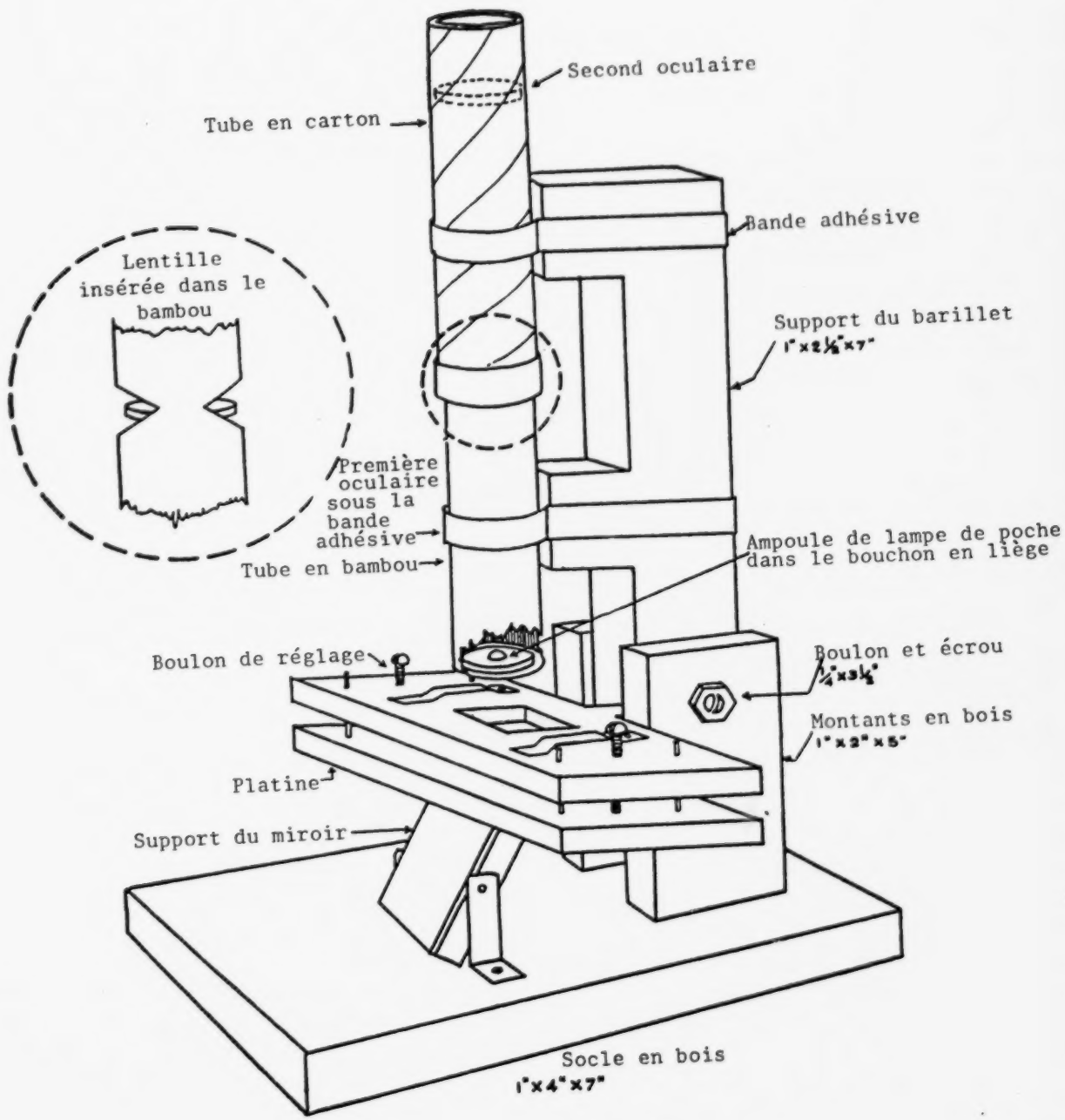
ou encore :

$$S = 11\ f$$

formules dans lesquelles f est la distance focale de l'objectif.

La seconde oculaire peut être mise en place plus tard sans le secours d'une formule.

MICROSCOPE A LENTILLES MULTIPLES



1. Mise en place de l'oculaire dans le bambou :
A la distance D (voir remarque ci-dessus) à partir d'un bout du tube de bambou, faites une fente à la scie qui n'atteigne pas tout à fait le centre du tube. Faites-en une autre de l'autre côté du tube en prenant garde de ne pas scier le tube entièrement.

2. Avec une râpe à bois, agrandissez la fente d'un côté jusqu'à ce qu'elle soit assez grande pour que l'oculaire s'y insère et soit maintenue solidement.
Il se peut qu'il soit nécessaire d'agrandir également la fente de l'autre côté de sorte que le milieu de la lentille se situe au milieu du tube.

3. Assurez-vous que la lentille soit bien centrée et soit perpendiculaire à l'axe longitudinal du tube.

4. Enfoncez la lentille et recouvrez les fentes avec la bande adhésive isolante.

5. Mise en place de l'objectif :
Enfoncez le bouchon en liège dans le tube de bambou. Coupez tout ce qui dépasse (laissez 5 mm au-dessus du tube),

6. Avec un poiçon, d'un diamètre légèrement inférieur à celui de l'ampoule de la lampe de poche, forez un trou exactement au milieu du bouchon.

7. Enfoncez la lentille dans le trou pour qu'elle s'y maintienne fermement. Assurez-vous que l'oculaire et l'objectif soient parallèles.

8. Enfoncez le bouchon dans le bambou de telle sorte que la distance entre les deux lentilles soit exactement "D" et que le bouchon bouche bien complètement le tube.

9. Coupez et passez au papier de verre le morceau de bois de 6" x 2 1/2" x 7".

10. Sciez les fentes indiquées à la fig.5.

11. Avec un couteau à bois, ôtez les parties indiquées en noir.

12. Sciez le socle de la platine comme cela est indiqué à la fig.6.

13. Avec un clou en guise de mèche, faites au vilebrequin deux trous dans la poignée du socle pour l'attacher au support du barillet.

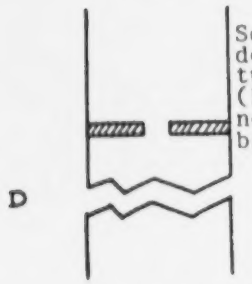
14. Au couteau à bois, pratiquez un trou carré de 3/5" de côté de telle sorte que le centre de ce carré soit exactement situé sous le centre des lentilles.

15. Platine : Au ciseau à bois, pratiquez un trou carré de 3/4" de côté de telle sorte que le centre de ce carré se situe exactement sous le centre des lentilles.

MICROSCOPE A LENTILLES MULTIPLES

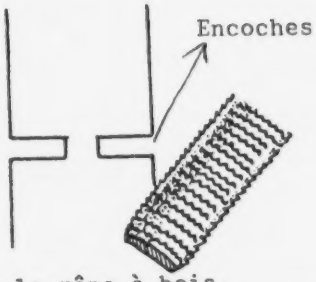
- DETAIL -

FIG. 2



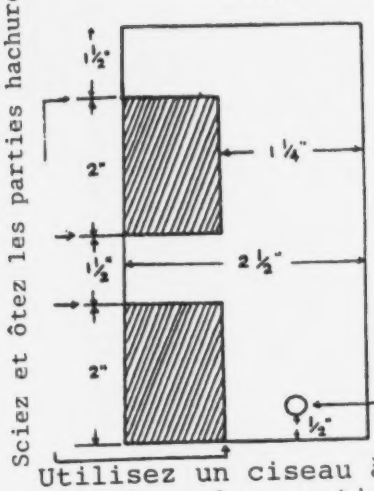
Sciez 2 encoches de chaque côté du tube en bambou (Faites attention à ne pas couper le bambou en deux)

FIG. 3



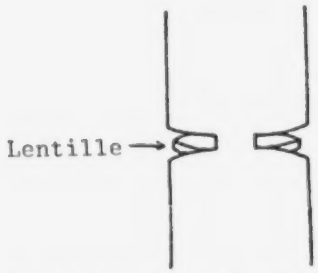
Avec la râpe à bois, élargissez les encoches jusqu'à ce que la lentille s'y insére (voir Fig.4)

FIG. 5



Utilisez un ciseau à bois pour ôter les parties hachurées

FIG. 4



Lentille insérée dans les encoches pratiquées dans le tube en bambou.

FIG. 6

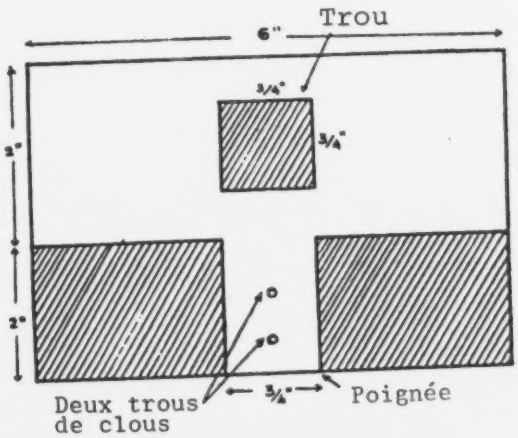
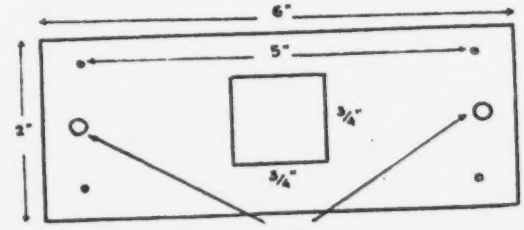


FIG. 7



Trous pour boulons 3/16" Trous de clous à 1 3/4" de distance

16. Avec un clou très fin de 1 1/2" en guise de mèche, forez quatre trous dans la platine comme le montre la fig.7.

17. Avec une mèche de 3/16", forez maintenant deux trous aux endroits indiqués à la fig.7.

18. Sur la face inférieure de la platine, élargissez ce dernier trou de façon à ce que l'écrou s'y loge parfaitement. Faites un trou dans les lames de métal de 1" de long et clouez-les. Assurez-vous que le boulon tourne librement dans l'écrou (voir fig.8).

19. Recourbez les lames métalliques de 9" comme le montre la fig.9 et clouez-les à la platine. Ces pinces serviront à tenir la lame mince en place.

20. En vous servant des quatre trous comme guide, clouez les clous de 1 1/2" au socle. Coupez les têtes de ces clous. Vérifiez que la platine s'élève et descende librement quand vous vissez les boulons d'ajustement.

21. Socle : Coupez, équarrissez et passez au papier de verre les morceaux de bois 14, 15 et 16.

22. Faites un trou de 1/4" à travers les deux montants et le support du barillet de telle sorte que le boulon de 1/4" pénètre dans les trois pièces de bois. Le support du barillet doit pouvoir tourner sur cet axe librement (Voir fig.10).

23. Clouez les deux montants au socle comme le montre la fig.11.

24. Faites l'assemblage miroir-support (voir fig.12).

25. Cherchez l'emplacement correct du miroir en installant temporairement le support du barillet entre les montants et en déterminant l'endroit où se trouveront les lentilles. Placez le centre du miroir exactement sous le centre des lentilles.

26. Peignez ou vernissez l'ensemble de l'appareil.

27. Fixez le miroir sur son support avec de la colle.

28. Clouez la platine au support du barillet (voir fig.13).

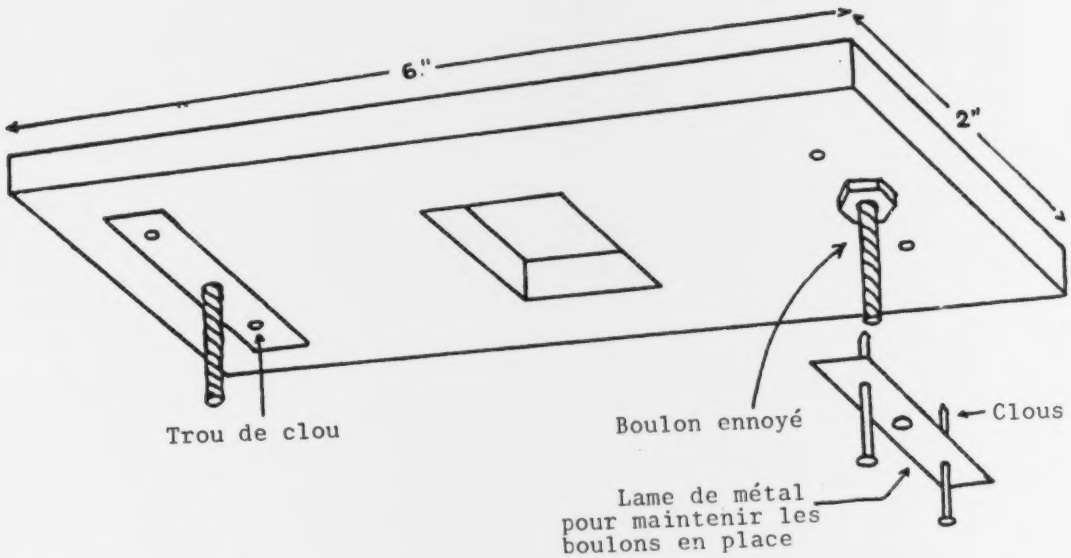
29. Attachez le barillet à son support avec la bande adhésive .

30. Mise au point : Placez une lame mince sur la platine et mettez au point en faisant bouger la platine. Mettez votre oeil au-dessus du bambou et faites les ajustements nécessaires jusqu'à ce que vous voyez une image nette. Relevez un peu la tête jusqu'à ce que l'image remplisse tout le champ visuel et effectuez les dernières corrections.

31. La seconde lentille oculaire : Prenez la seconde loupe de fabricant de montres et placez-la en-haut du tube de bambou. Attachez-la si l'image remplit le champ visuel. Dans le cas

MICROSCOPE A LENTILLES MULTIPLES - DETAIL -

FIG.8



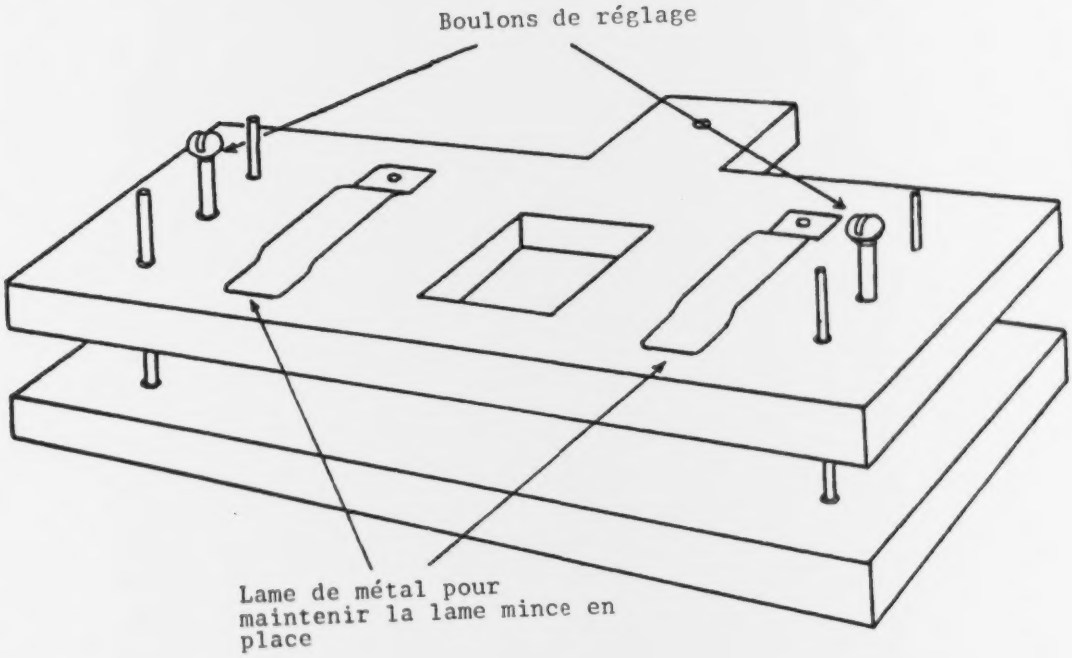


FIG.9

contraire, déplacez la lentille de haut en bas jusqu'à ce que vous trouviez la position pour laquelle l'image est la plus grande.

32. Le facteur le plus important pour obtenir une image nette est la distance entre l'objectif et la première oculaire. Si l'image n'est pas très nette, il vous faut ajuster cette distance .

33. Faites un cylindre avec du carton épais. Sa hauteur doit être égale à la distance entre le haut du bambou et la lentille en position correcte. Son diamètre doit être légèrement inférieur au diamètre extérieur du bambou. Placez la lentille en-haut de ce cylindre.

34. Fabriquez un autre cylindre qui recouvre étroitement le tube en bambou et le premier cylindre. Celui-ci et la lentille seront ainsi maintenus en place (voir fig.14).

Utilisations en classe et en T.P.

1. Examens de micro-organismes.
2. Démonstration de la construction d'un microscope à lentilles multiples.
3. Etude de l'optique d'un microscope.

Suggestions de travaux de recherche

1. Quelles sont les lois qui gouvernent la longueur du tube du microscope?

2. Qu'est-ce qu'il faudrait faire pour réduire la longueur du tube?

3. Quelles sortes de lentilles devez-vous utiliser pour obtenir le plus grand agrandissement?

4. Pourquoi y-a-t-il une déformation de l'image?

5. Qu'est-ce que l'aberration de sphéricité? Pouvez-vous l'observer? Qu'est-ce que l'aberration chromatique? Pouvez-vous l'observer? Comment pourriez-vous diminuer ces distorsions?

6. Où pensez-vous que l'image se forme?

7. Que suggérez-vous afin d'obtenir une image plus nette?

8. Pourquoi devez-vous tenir votre oeil légèrement au-dessus de la lentille?

MICROSCOPE A LENTILLES MULTIPLES - DETAIL -

FIG.10

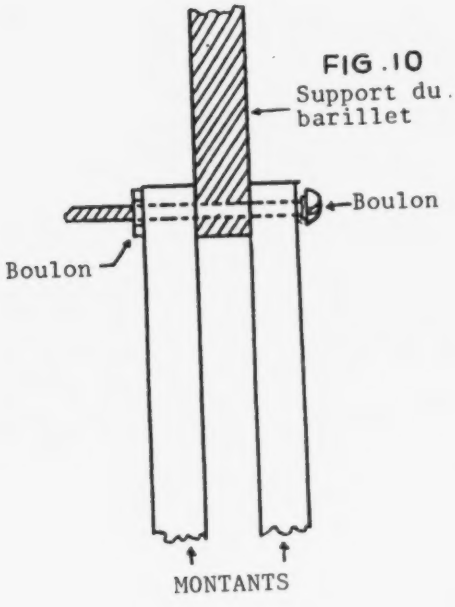


FIG 11

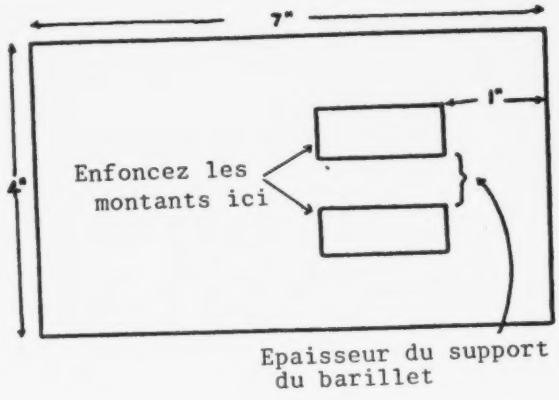


FIG.12

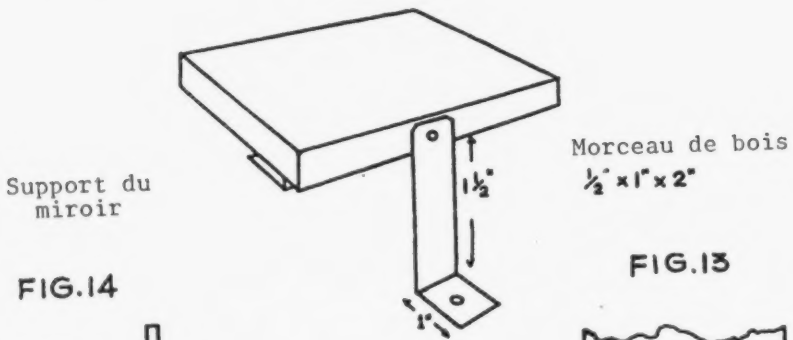


FIG.13

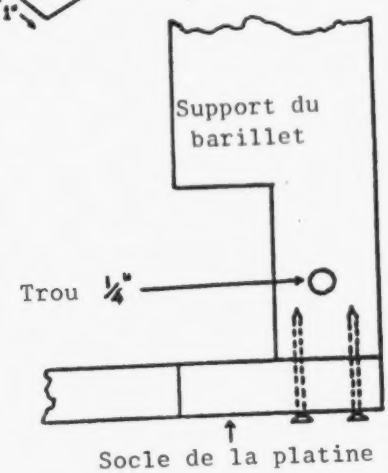
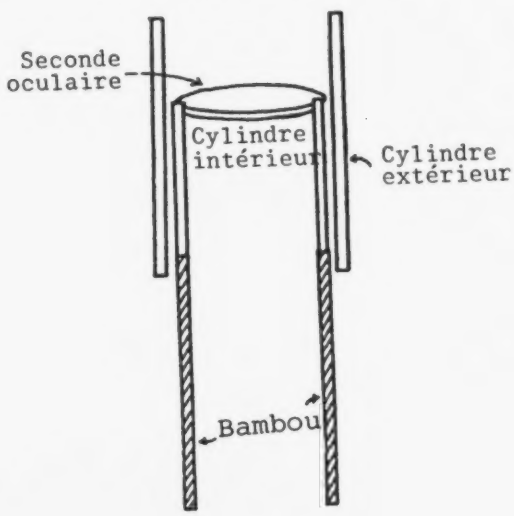


FIG.14



I N S T R U M E N T S D E D I S S E C T I O N

Matériel nécessaire

1. Morceaux de tige de bambou
2. Une lame de rasoir
3. Fil solide
4. Aiguille à coudre
5. Lame de métal
6. Fil de fer rigide
7. Bidon rectangulaire de 3 litres
8. Cire à bougie
9. Charnières
10. Deux morceaux de bois de 1/2" x 5" x 7"
11. Quatre morceaux de bois de 1/2" x 1" x 5"
12. Quatre morceaux de bois de 1/2" x 1" x 6"

Instructions

1. Scalpel : Prenez un morceau de bambou de 5" de long et de 5/16" de diamètre; fendez soigneusement un bout sur 3/8".

2. Affûtez le bout de part et d'autre de la fente.

3. Cassez en deux dans le sens de la longueur une vieille lame de rasoir et insérez-la dans la fente. Pour maintenir la lame en place, entourez cette extrémité d'un fil solide ou d'un fil de fer souple.

4. Remarque : Vous pouvez aussi utiliser une lame de métal au lieu d'une lame de rasoir. Prenez un morceau de 2 1/2" de long; taillez-le et aiguisez-le en forme de lame de scalpel.

5. Pince : Choisissez un morceau de bambou de 5" de long et 1/4" d'épaisseur.

6. Affûtez un des bouts jusqu'à ce qu'il n'ait plus que 1/8" d'épaisseur; laissez 3/4" intact à l'autre bout. Voir dessin.

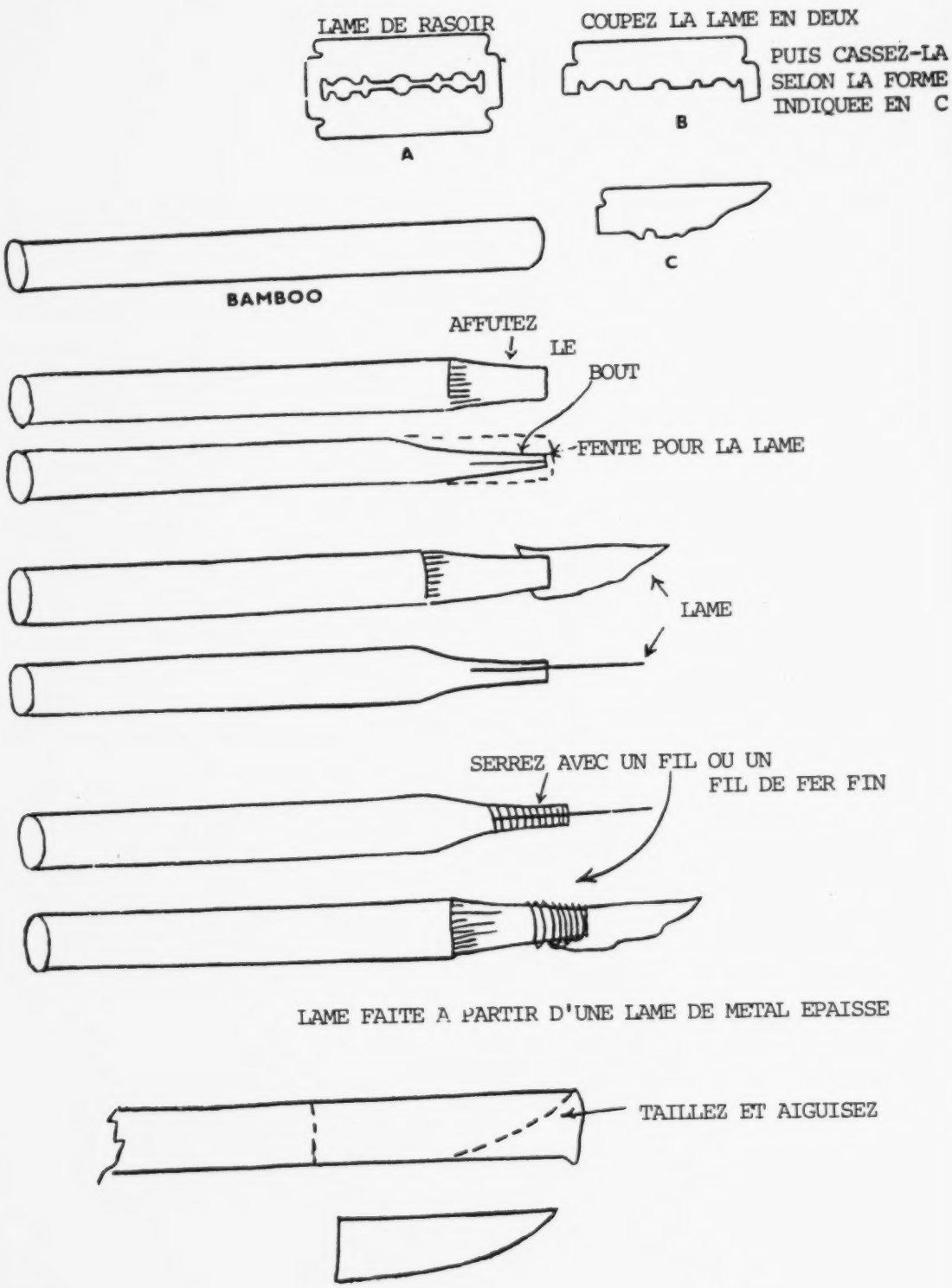
7. Donnez la forme d'une demi-paire de forceps au bout qui a été affûté.

8. Affûtez l'autre bout . Voir dessin.

9. Préparez un autre morceau identique.

10. Attachez ensemble les deux bouts épais avec un fil solide. Entourez-les d'une bande adhésive.

SCALPEL



LAME FAITE A PARTIR D'UNE LAME DE METAL EPAISSE

11. Aiguille à disséquer : Prenez un morceau de bambou de 5" de long et de 3/8" de diamètre.

12. Affûtez l'un des bouts en forme de cône. Emoussez l'extrême pointe du cône.

13. A cette extrémité émoussée, faites un trou d'environ 1/4" de profondeur.

14. Avec une pince, enfoncez une aiguille dans le trou. Fixez-la en place avec de la cire à cacheter.

15. Ciseaux : Prenez deux morceaux de lame métallique de 6" de long et 1/2" de large.

16. Pratiquez un trou au centre géométrique des deux lames.

17. Donnez-leur la forme indiquée sur le dessin.

18. Réunissez les deux lames à l'aide d'un boulon.

19. Pliez 2 1/2" ou 3" de fil de fer rigide comme l'indique la figure. Fixez cet anneau aux bouts des ciseaux avec du fil et une bande adhésive.

20. Cuvette : Coupez le bidon de 3 litres comme le montre le dessin pour avoir une cuvette de 1 1/2" de profondeur.

21. Faites fondre un peu de cire à bougie et versez-en assez dans la cuvette pour former une couche de 1/2" d'épaisseur.

22. Vernissez le métal non-recouvert.

23. Etui pour les instruments : Assemblez les morceaux de bois comme l'indique le dessin.

24. Vernissez-les.

25. Attachez le couvercle au fond de la boîte avec les charnières.

26. A l'intérieur de la boîte, faites un rembourrage avec du tissu.

27. Cousez des élastiques comme le montre le dessin.

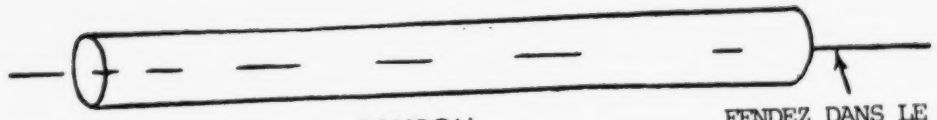
28. Glissez-y vos instruments de dissection.

Utilisations en classe et en T.P.

Ces instruments seront utilisés quand vous voulez que tous les élèves fassent une dissection et que vous n'avez pas assez d'instruments. Les élèves peuvent ainsi pratiquer des dissections en classe, à la maison ou au cours des scéances du club de science.

PINCE

1

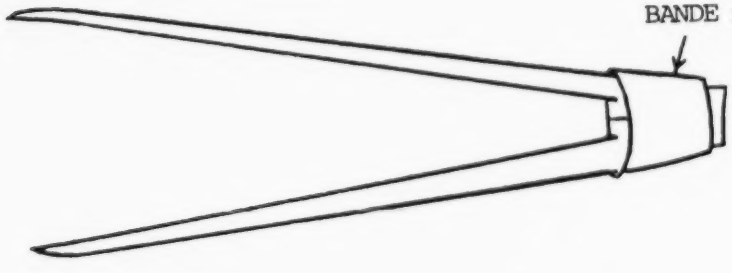


2

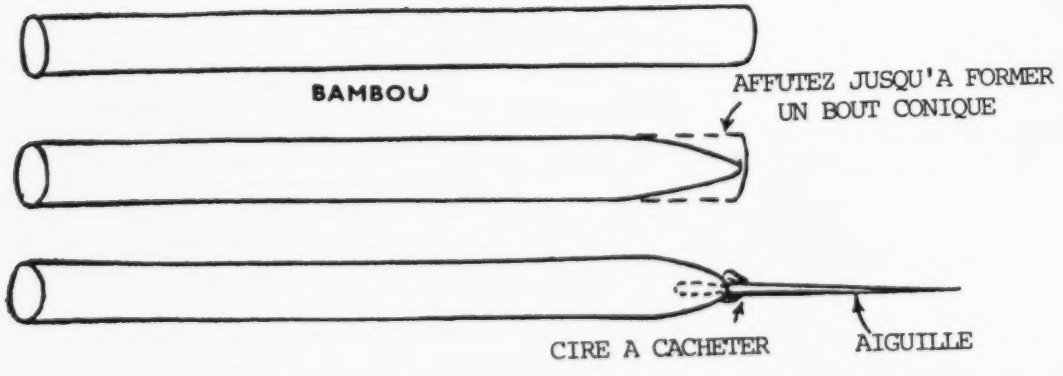
3 A

3 B

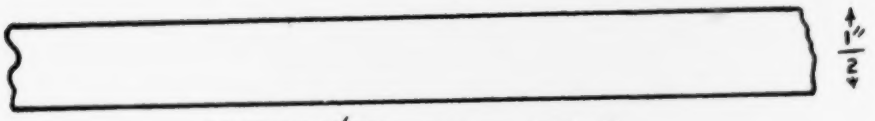
4



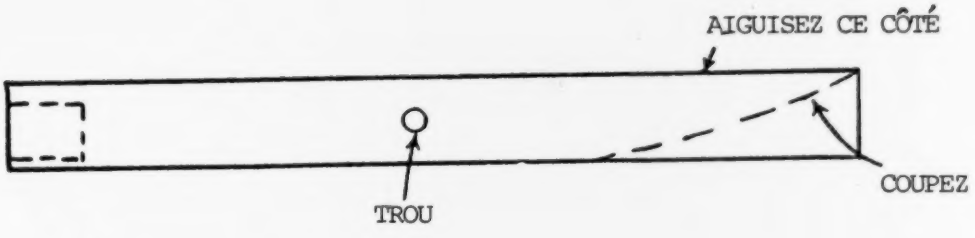
AIGUILLE A DISSEQUER

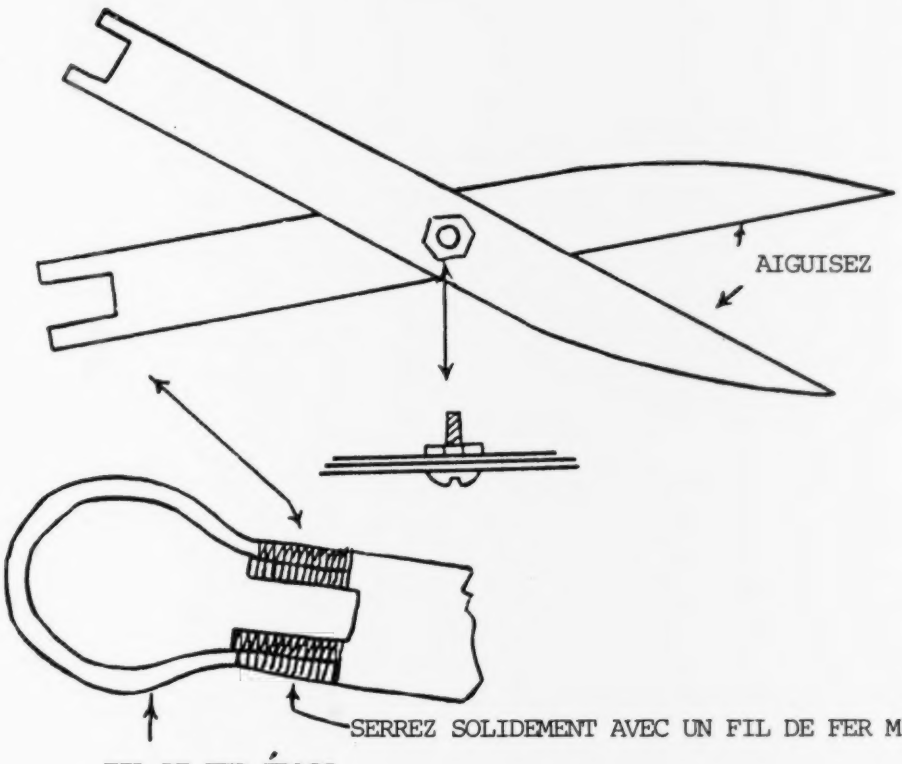


C I S E A U X

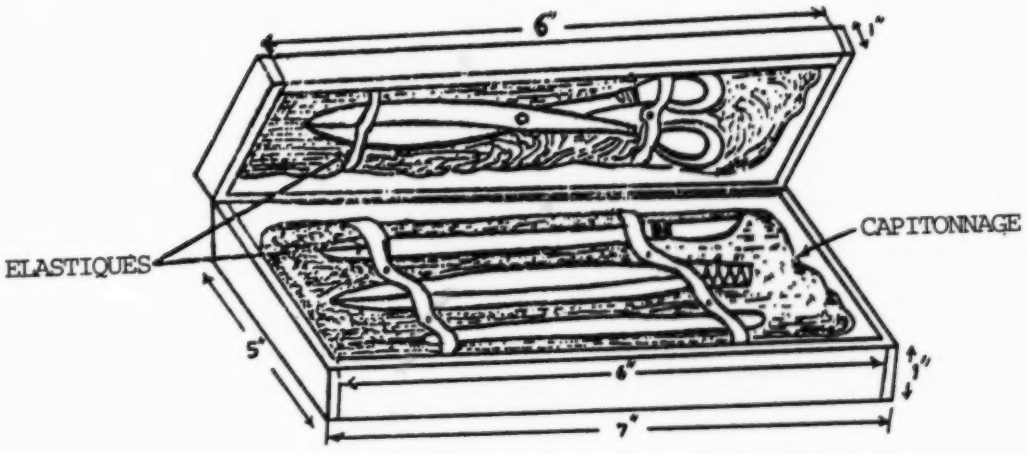


LAME DE MÉTAL (il en faut 2)

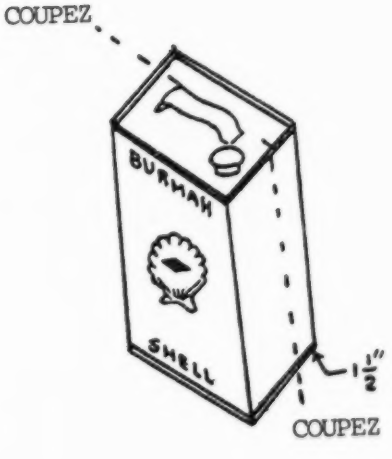


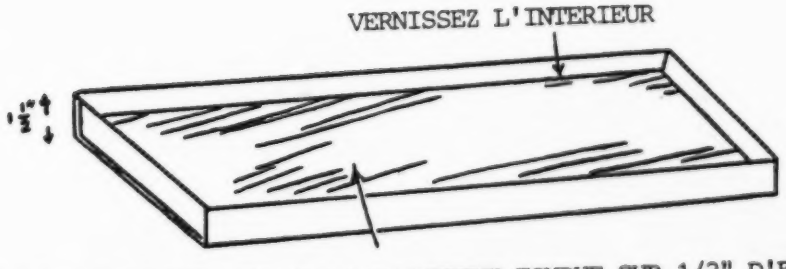


L ' E T U I



C U V E T T E





VERSEZ DE LA CIRE A BOUGIE OU DE LA PARAFFINE FONDUE SUR 1/2" D'EPAISSEUR

R E S P I R O M E T R E

Matériel nécessaire

1. N'importe quelle grande boîte métallique ou flacon en verre
2. Deux bouteilles à large goulot
3. Deux bouchons en caoutchouc à un trou
4. 12" d'un tube de verre de 5 mm de diamètre
5. Deux morceaux de tube capillaire de 3" de long
6. Tuyau en caoutchouc
7. Fil de fer n°24
8. Elastiques
9. Compte-goutte médicinal
10. Papier millimétré
11. Morceau de carton de 6" x 36"
12. Une solution à 15% de KOH ou une solution à 40% de NaOH
13. Papier filtre
14. Deux petits tubes à essai ou petites bouteilles de pénicilline à injecter
15. Un petit socle en bois
16. Un thermomètre
17. Un bouchon en liège

Instructions

1. Coupez le tube de verre en deux morceaux de 6" de long et coubez-les à 2" d'un des bouts selon un angle de 90°.

2. Reliez le bout courbé de chaque morceau aux tubes capillaires au moyen d'un petit morceau de tuyau en caoutchouc.

3. Enfoncez l'autre bout de chaque tube en verre dans les bouchons en caoutchouc.

4. Pliez en accordéon 2 morceaux de papier filtre et trempez-les dans la solution de KOH. Mettez-les dans les petits tubes à essai. Voir dessin.

5. Prenez le fil de fer et faites une boucle de la dimension des tubes à essai. Redressez vers le haut le reste du fil de fer et formez un crochet à son bout que vous suspendrez au goulot des bouteilles. Fixez les tubes à essai au fil de fer avec une bande adhésive. Ils doivent rester suspendus à l'intérieur des bouteilles.

6. Bouchez celles-ci avec les bouchons en caoutchouc mentionnés au point 3 dans la liste ci-dessus.

7. Collez le papier millimétré sur le carton et fixez le tout derrière les tubes capillaires. Voir dessin.

8. Placez le petit socle en bois dans le grand flacon de verre et posez dessus les deux bouteilles à large goulot. Maintenez celles-ci en place avec des élastiques.

9. Versez de l'eau dans le flacon jusqu'à ce qu'elle atteigne le goulot des bouteilles.

10. Enfoncez un thermomètre dans un bouchon en liège et laissez le flotter sur l'eau.

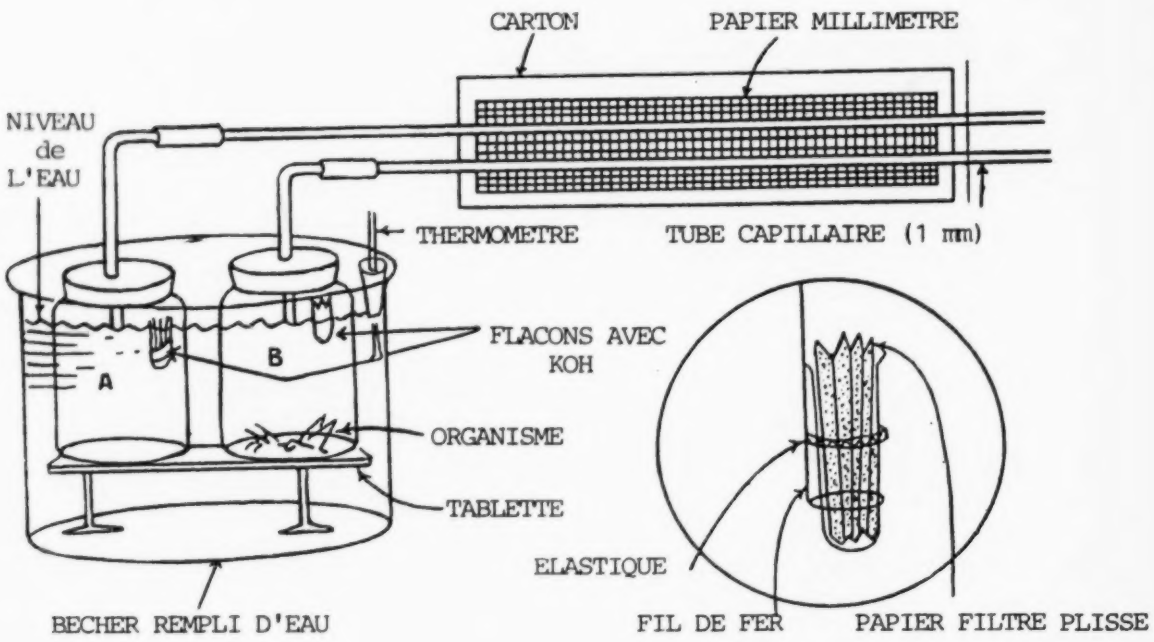
11. Déposez un petit cancrelat, ou n'importe quel insecte dont vous voulez étudier la respiration, dans l'une des bouteilles.

12. Introduisez une goutte d'eau colorée dans les tubes capillaires et votre appareil est prêt à fonctionner.

Utilisations en classe et en T.P.

Vous trouverez cet appareil fort utile pour mesurer la respiration des organismes vivants, que ce soit au cours d'une expérience faite en classe ou que cela constitue un projet de recherche dans le cadre de votre club de Science.

RESPIROMETRE



MARCHE A SUIVRE
LORS DE LA CONSTRUCTION
DES APPAREILS SCIENTIFIQUES

1. Observez attentivement les plans (dessinez-les). Faites particulièrement attention au type et à la taille du matériel requis et modifiez les plans, si nécessaire, pour convenir à vos besoins. Par exemple, si vous ne pouvez pas trouver certains matériaux, vous les remplacerez par d'autres. Ce qui est le plus important, c'est de comprendre parfaitement les plans et les instructions avant de commencer le travail. Il est parfois difficile de corriger des erreurs de construction dûes à des instructions mal comprises.

2. Si vous devez utiliser du bois, choisissez-en un que l'on puisse travailler facilement. Mesurez les dimensions et reportez-les sur la planche. Sciez les morceaux bien d'équerre et passez-les au papier de verre. Si vous devez utiliser le ciseau à bois ou le vilebrequin, c'est le moment de le faire.

3. Clouez, vissez ou collez les différents morceaux de bois, selon les indications données. N'y ajoutez rien avant d'avoir terminé l'étape n°4 ci-dessous.

4. Appliquez une première couche de vernis et laissez sécher (cf.paragraphe: "Techniques de vernissage", p. 265). Quand la première couche de vernis est sèche, passez le tout au papier de verre fin; puis appliquez la seconde couche de vernis. Attendez qu'elle soit complètement sèche avant de toucher l'appareil. Sinon, vous abîmerez la surface brillante du vernis.

5. Pendant que le vernis sèche, vous pouvez préparer les parties métalliques, en verre ou en plastique de votre appareil. Suivez soigneusement les instructions pour qu'elles s'ajustent convenablement aux parties en bois.

6. Assemblez l'appareil comme indiqué sur le schéma.

7. Si besoin est, calibrez l'appareil. Essayez-le pour vérifier son degré de précision. Puis, réparez les pièces qui ne marchent pas convenablement. Cette étape est la plus importante. Voici quelques erreurs courantes auxquelles vous devez prendre garde :
   a. Une friction excessive peut être dûe à un vernis pas sec ou à de la rouille.
   b. Le courant électrique ne passe pas à travers des bornes recouvertes de vernis ou de rouille.
   c. Pour que le bras d'une balance fonctionne bien, son point d'appui doit se situer au-dessus de son centre de gravité.

L I S T E D ´O B J E T S U T I L E S

P O U R L E S A C T I V I T É S S U G G É R É E S

D A N S C E L I V R E

1. Boîtes vides de toutes tailles
2. Bouteilles de médicaments avec bouchons en caoutchouc (telles que les bouteilles de pénicilline pour piqûres)
3. Flacons de médicaments à injecter, vides
4. Aiguilles d´acier de diverses tailles
5. Boutons-pressions
6. Bouteilles vides de toutes tailles
7. Ampoules électriques usées
8. Tubes de lumière fluorescente usés
9. Couvercles de bouteilles de boissons gazeuses
10. Bouteilles de Horlick ou bouteilles à large goulot
11. Morceaux de tige de bambou
12. Ampoules de lampe de poche usées
13. Lames métalliques
14. Carton provenant de vieux livres, de boîtes vides, etc.
15. Fil de fer rigide
16. Fil de cuivre provenant de vieilles dynamos, de moteurs ou de transformateurs
17. Bouchons en liège
18. Vieilles seringues
19. Bois de cageots
20. Vieilles batteries de lampe de poche
21. Vieilles lames de rasoir
22. Paquets de cigarettes avec papier de cellophane et papier d´aluminium
23. Attaches métalliques encerclant les cageots

LISTE DE MATERIEL QUE L´ON PEUT SE PROCURER FACILEMENT

1. Boulons et écrous
2. Rondelles
3. Clous
4. Petits pots en verre
5. Elastiques
6. Trombones
7. Bande de papier adhésif
8. Pailles pour boissons gazeuses
9. Règle en bois d´un pied de long
10. Poix
11. Miroirs plans
12. Tube de polyéthylène
13. Tuyau de caoutchouc
14. Entonnoirs en plastique ou en métal
15. Compte-goutte calibré en millilitres
16. Poulies en aluminium provenant d´une radio

17. Plats en terre cuite
18. Cuvette émaillée, etc.
19. Pinces à papier
20. Epingles de couturière
21. Papier millimétré
22. Boutons-pressions
23. Colle
24. Piles de lampes de poche
25. Colle rapide
26. Barres de fer

LISTE DE PRODUITS CHIMIQUES QUE L'ON PEUT SE PROCURER FACILEMENT EN DROGUERIE ET EN PHARMACIE

1. White spirit
2. Nitrate d'argent
3. Permanganate de potassium
4. Bicarbonate de soude
5. Carbonate de potassium
6. Carbonate de sodium
7. Paquets de levure
8. Hydroxyde de sodium
9. Chaux éteinte
10. Craie
11. Acide sulfurique dilué
12. Vaseline
13. Plomb sous forme solide
14. Chlorure de potassium
15. Nitrate de potassium
16. Acide carbolique (phenol)
17. Sulfate de magnésium
18. Teintures
19. Glycérine
20. Chlorure de sodium
21. Chlorure d'ammonium
22. Sulfate de cuivre
23. Alun
24. Térébenthine
25. Essence
26. Thiosulfate de sodium
27. Iode
28. Poudre de décoloration
29. Cire à cacheter
30. Bougies
31. Sucre de cane
32. Borax
33. Acide borique
34. Soufre
35. Aluminium
36. Limaille de fer
37. Ruban au magnésium
38. Oxyde de mercure

39. Oxyde de plomb
40. Oxyde de zinc
41. Sulfate de fer
42. Iodure de potassium
43. Acide oxalique
44. Camphre
45. Naphtaline
46. Menthol
47. Indigo

- 0 -

CHAPITRE VI

TECHNIQUES D'UTILISATION

ET

ENTRETIEN DES OUTILS

Ce chapitre a pour but de vous donner une introduction aux techniques d'utilisation et d'entretien des outils (première partie); mais on traitera également de certaines techniques de fabrication du matériel, telles que le polissage au papier de verre ou le vernissage des pièces en bois, et aussi du nettoyage et du rangement des pinceaux (seconde partie). Un jeu d'outils de base n'est pas très onéreux, cependant il représente, pour la plupart des écoles, une dépense conséquente. Pour protéger cet investissement, il est nécessaire d'utiliser correctement les outils et d'en prendre soin sans quoi ils seront rapidement abîmés et vous devrez les réparer ou même les changer.

Ce chapitre décrit les techniques d'utilisation et d'entretien de vos outils.

TECHNIQUES D'UTILISATION

Il existe quelques règles générales valables pour l'entretien de tous les outils.

Tous les outils qui ont un bord tranchant doivent être convenablement aiguisés. Contrairement à ce que vous pourriez croire, rien n'est plus dangereux qu'un outil émoussé et rien n'est plus sûr qu'un outil proprement aiguisé.

Le plus grand ennemi des outils est la rouille. Afin de protéger vos outils, tout, sauf la surface de portée doit être peint. Une peinture synthétique émaillée convient très bien.

Les jointures et la surface de portée seront protégées par l'application d'une fine couche d'huile, lorsque vous employez l'outil régulièrement, ou d'une épaisse couche de graisse quand vous laissez l'outil inutilisé pour longtemps. Enfin, les rouages doivent être huilés, débarrassés des poussières et on doit veiller à ce qu'ils ne prennent pas de jeu.

On peut classer les outils par catégories selon les utilisations pour lesquelles ils sont prévus. Par souci de commodité, c'est ainsi qu'ils ont été classés dans ce chapitre.

Outils utilisés pour faire des mesures et des tracés

Equerre : une courte règle d'acier est fixée solidement à une poignée selon un angle de 90° exactement. Quand on utilise cet outil, il est important de se souvenir qu'il ne faut pas fausser l'angle droit. Cela veut dire qu'on ne doit ni faire tomber l'équerre ni s'en servir pour marteler. Vous entretiendrez cette règle en la frottant avec de la laine d'acier ou de la toile émeri et en la recouvrant d'une légère couche d'huile pour la protéger contre la rouille.
L'équerre à lame d'acier a quatre emplois principaux:

1. On l'utilise pour tracer des lignes perpendiculaires au bord d'une planche.
2. On l'utilise pour vérifier qu'une planche sciée est bien d'équerre.
3. On peut l'utiliser comme guide pour garder la scie bien perpendiculaire au bois que l'on coupe.
4. On peut l'utiliser pour mesurer avec précision de courtes distances.

Outils utilisés pour couper le bois

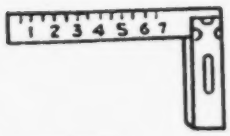
Scie à main : Bien qu'une scie de 12" de long soit satisfaisante, il vaudrait mieux avoir une scie de 18" de long. Il faut que la lame soit tenue à la poignée par des vis et non par des rivets : on peut ainsi resserrer les vis si la lame prend du jeu. Il faut affiler la lame et "donner de la voie" aux dents. Cela signifie que les dents doivent être légèrement recourbées alternativement d'un côté et puis de l'autre. Cela rend le trait de scie un peu plus large et évite à la lame de se plier ou de se coincer. Quand vous achetez une scie, vous devez lui faire donner " de la voie" et la faire affiler par un menuisier parce que les scies neuves du commerce ne l'ont, en général, pas été. La lame d'une scie est particulièrement sensible à la rouille et doit être recouverte en permanence d'une légère couche d'huile.

Avant de commencer à scier, tracez une ligne avec l'équerre à l'endroit où la coupure doit être faite. Tenez compte de la largeur du "trait de scie". Pour commencer la coupe, tirez la scie à vous 2 ou 3 fois en la maintenant perpendiculaire et bien en place avec le pouce ou l'équerre. Commencez à scier par petits coups jusqu'à ce que le trait de scie soit bien marqué, puis continuez avec des mouvements amples et réguliers. Afin d'obtenir les meilleurs résultats, on doit tenir la scie selon un angle de 45° avec la planche. Le dessin montre un ouvrier qui maintient une planche sur un banc peu élevé avec son genou. On peut également scier une planche posée sur un établi ou enserrée dans un étau. Si la scie est bien aiguisée et si on a bien donné de la voie aux dents, le travail se fera facilement. Il n'est pas besoin de forcer : faites des mouvements amples et réguliers et laissez la scie couper toute seule.

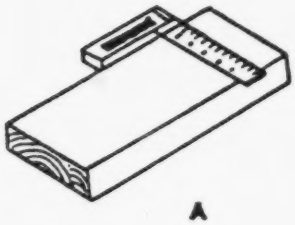
Râpe à bois : Fabriquée en série, elle est de loin supérieure à celle fabriquée à la main. Une râpe de 8" est celle qui est la plus utile dans un atelier scientifique. Une râpe fabriquée en série se reconnaît facilement à la régularité de ses dents pointues triangulaires. Une râpe à bois ne peut pas s'aiguiser; il est donc important de bien la protéger. Comme son nom l'indique, elle est faite pour être utilisée sur du bois seulement - l'utiliser sur du métal l'endommagerait à jamais ! La laisser tomber sur le sol peut également l'abîmer. L'utilisateur doit protéger sa main de la queue très pointue de la râpe en utilisant une poignée. Vous pouvez l'acheter ou en fabriquer une en perçant un trou à l'un des bouts d'un morceau de bois rond.

N'huilez pas cet outil : cela hâterait l'empâtement des dents par la poussière de bois. Vous pouvez nettoyer la râpe en la frottant avec une brosse en fer. Si vous la laissez inutilisée pendant un certain temps, vous devez l'entourer d'un papier huilé pour l'empêcher de rouiller.

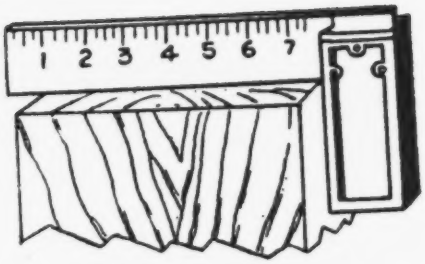
On utilise la râpe pour ôter de très petits morceaux de bois quand on veut équarrir une planche ou couper un bout de bois selon une forme irrégulière. Frottez-la simplement contre le bois sur toute sa longueur. Servez-vous du côté plat pour équarrir et du côté arrondi pour adoucir des surfaces



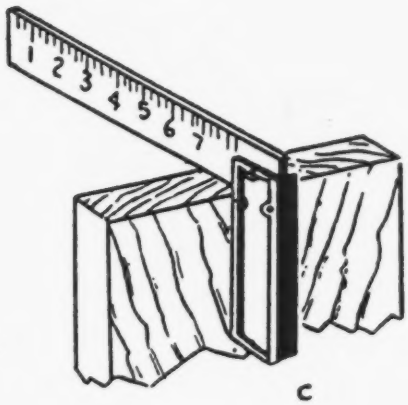
EQUERRE



A



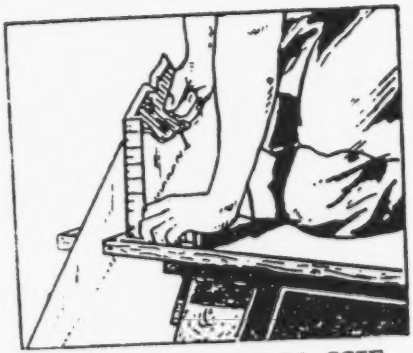
B



C

A, B, C : UTILISATION DE L'EQUERRE

SCIE A MAIN



UTILISATION DE LA SCIE

incurvées. On peut également utiliser la râpe pour la "fraisure" des vis. Cette opération consiste à élargir l'ouverture d'un trou qu'on vient de percer pour que s'y appuie la "tête" d'une vis ou d'un boulon de telle sorte que cette tête se trouve finalement bien au-dessous de la surface de la planche. La fraisure se fait en tournant un coin du bout carré de la râpe dans le trou jusqu'à ce que celui-ci ait été suffisamment élargi pour contenir la tête de vis.

Pour travailler le bois de façon similaire à celle que l'on vient de décrire, on peut aussi utiliser la lime triangulaire, mais l'emploi habituel de celle-ci s'applique au métal; on en reparlera plus loin.

Ciseau à bois : Un ciseau de 1/2" de large est le plus utile. Assurez-vous que l'acier soit de bonne qualité. Vous ne pouvez pas utiliser le ciseau sans poignée; vous pouvez acheter celle-ci ou en fabriquer une, comme on l'a déjà expliqué.

Comme son nom l'indique, le ciseau à bois ne doit être utilisé que pour couper le bois; l'utiliser sur du métal abîmerait énormément la lame. Vous devez garder celle-ci tranchante. On peut l'aiguiser avec un affiloir. Si vous n'en avez pas, vous pouvez porter le ciseau chez le barbier pour qu'il l'affûte.

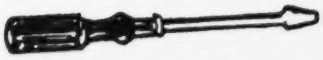
Si la lame s'ébrèche ou s'écorne, il faut la repasser à la meule; un atelier de construction mécanique peut vous le faire. Le ciseau doit être protégé de la rouille par une mince couche d'huile, si vous vous en servez tous les jours, par une couche épaisse de graisse, si vous ne devez pas l'utiliser pendant longtemps.

Il y a deux façons d'utiliser le ciseau à bois. La première est appelée "parage". En employant la main seulement pour pousser le ciseau, on arrache des copeaux au bois. Pour ce faire, on maintient le bord biseauté contre la planche. La deuxième méthode est utilisée pour faire des entailles et ôter des copeaux plus gros. Là, on frappe la poignée du ciseau avec un marteau ou un maillet. Un maillet en bois est préférable parce qu'il n'abîme pas la poignée. Normalement, dans ce cas, on tient le ciseau le bord biseauté en l'air.

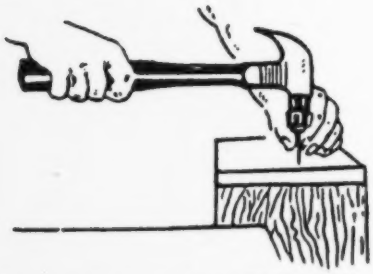
Outils pour faire des trous

Vilebrequin: Il est important que cet outil soit d'excellente qualité parce que, sans cela, il ne résisterait pas aux mauvais traitements d'un club de Science. Il doit avoir une roue dentée aux dents bien taillées et doit pouvoir se démonter facilement pour nettoyage et lubrification. Le mandrin, cette pièce qui maintient en place la mèche, doit être bien façonné et doit s'articuler sans problème. Les mâchoires du mandrin doivent avoir une forme régulière afin de tenir solidement la mèche et doivent être munis de ressorts solides pour en permettre une ouverture convenable.

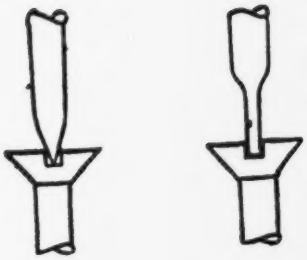
Les mèches sont faites de deux variétés d'acier : acier au carbone et acier à coupe rapide. Celles en acier à coupe rapide sont préférables parce qu'on peut les utiliser pour percer le



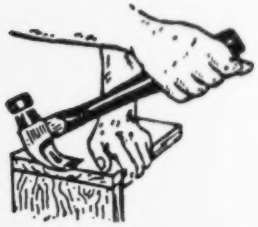
TOURNE - VIS



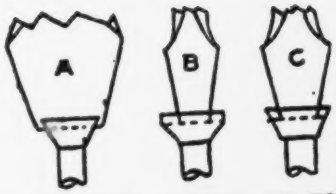
COMMENT ENFONCER UN CLOU



MAL BIEN



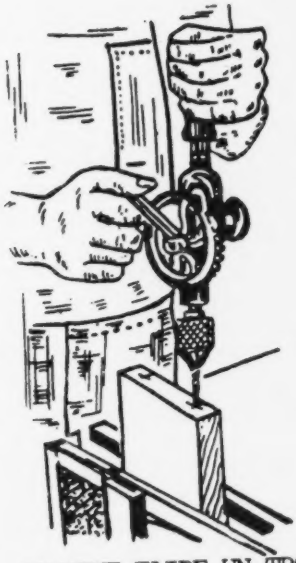
COMMENT ARRACHER UN CLOU



COMMENT INSERER LE TOURNE - VIS
DANS LA FENTE D'UNE VIS

COUTEAU A BOIS

PARAGE EN TRAVERS DU GRAIN



COMMENT FAIRE UN TROU AVEC UN VILEBREQUIN

RAPE A BOIS

LIME TRIANGULAIRE

bois ou le métal. On utilise les mèches en acier au carbone pour forer des trous dans le bois seulement - si on s'en sert pour le métal, elles seront rendues inutilisables! Les mèches en acier à coupe rapide se reconnaissent à l'abbréviation HSS imprimée sur la "tige", c'est à dire le bout non pointu de la mèche. Leurs différentes tailles sont toutes des multiples de 1/64". Pour commencer, deux ou trois mèches de tailles courantes telles que 1/4", 3/16" et 1/8" suffisent. Vous pourrez en acheter d'autres plus tard.

Afin de protéger le bord tranchant des mèches, il ne faut ni les laisser tomber ni les ranger en vrac dans une boîte à outils. Vous pouvez facilement fabriquer un écrin à mèches en forant des trous de dimensions convenables dans un petit morceau de bois.

Si vos mèches ont besoin d'être aiguisées, on peut vous les affûter dans un atelier de constructions mécaniques. En ce qui concerne l'entretien de votre vilebrequin, il vous faut le nettoyer et vérifier que les rouages sont bien lubrifiés.

Percer des trous semble facile, mais il y a cependant quelques points qu'il faut préciser. Tout d'abord, l'emplacement du trou doit être mesuré minutieusement et marqué d'une croix pour en indiquer précisément le centre. Si vous percez un trou dans du métal, vous devrez faire une marque avec un clou ou un poinçon pour empêcher la mèche de déraper. Attrapez ensuite le mandrin dans votre main gauche et appuyez la poignée du haut contre votre corps. Ouvrez les mâchoires du mandrin en tournant la manivelle dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Insérez la mèche dans le mandrin et serrez-la en tournant la manivelle dans le sens des aiguilles d'une montre. Assurez-vous que la mèche est maintenue fermement et bien droite par les trois mâchoires afin qu'elle ne se dessere pas pendant que vous percez.

Pour obtenir les meilleurs résultats, on doit placer la pièce en métal ou en bois sur laquelle on travaille dans un étau ou du moins la coincer fermement. Ne percez pas directement sur le dessus d'une table. Placez un morceau de bois sous l'objet à percer pour éviter d'abîmer la table.

Vérifiez que la perceuse soit bien perpendiculaire à l'objet que vous percez (utilisez éventuellement une équerre). Appuyez modérément et tournez la manivelle dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à ce que le trou soit fini. Continuez à tourner toujours dans le même sens tout en retirant la perceuse du trou.

Avant de ranger votre vilebrequin, ôtez tout copeau qui se trouve coincé dans les cannelures de la mèche. Le mandrin doit être fermé quand on le range pour éviter que la poussière et la saleté ne l'encombre.

Autres outils pour percer des trous : On peut utiliser la râpe et la lime triangulaire pour agrandir des trous à la taille souhaitée.

Outils utilisés pour l'assemblage de deux pièces

Marteau à panne fendue : Ce type de marteau est très particulier parce qu'on peut l'utiliser pour arracher aussi bien que pour enfoncer des clous. Un marteau d'une livre est le mieux : un marteau plus léger ne sert pas à grand chose et un marteau plus lourd ne conviendrait pas à votre travail. On ne doit pas s'en servir pour casser des pierres, etc., cela altérerait la surface lisse du heurtoir et il ne pourrait plus être utilisé aux fins pour lesquelles il a été prévu.

Cet outil, au même titre que tous les autres, doit être protégé contre la rouille par des applications convenables de peinture et d'huile.

Quand vous l'employez, vous devez tenir le marteau par le bout du manche, afin d'utiliser au mieux la force de levier de celui-ci. Pour des travaux très délicats, vous préfèrerez sans doute le tenir par le milieu du manche pour le guider de façon plus précise. Tenez le clou entre vos doigts et commencez à l'enfoncer à petits coups légers. Quand il commence à tenir, enfoncez-le à coups fermes et réguliers.

On peut également utiliser le marteau à panne fendue pour arracher des clous comme il est montré sur le dessin. Si un clou se tord quand vous l'enfoncez, vous devez l'arracher et en planter un autre.

Tourne-vis : On ne doit utiliser cet outil que pour visser vis et boulons. Si on s'en sert pour arracher quelque chose ou faire levier, il sera rendu inutilisable en peu de temps. Bien entendu, il doit être protégé contre la rouille par de la peinture et de l'huile. Si vous voulez que le tourne-vis fasse son office, vous devez garder le bout bien carré (voir dessin). Quand le bout s'arrondit, il est difficile de le maintenir dans la fente de la vis. Vous le ferez affûter sur meule dans un atelier de constructions mécaniques.

Avant de visser, il faut percer un trou de taille appropriée. Commencez à enfoncer la vis en la tournant avec les doigts et terminez de visser avec le tourne-vis.

On peut aussi utiliser le tourne-vis pour visser des boulons à tête fendue.

Outils pour travailler le métal

Cisaille : Le point le plus vulnérable de la cisaille est le rivet de jointure. On doit prendre garde à ce qu'il ne se dessoude pas. Cela veut dire qu'il ne faut ni couper de métal trop dur ou trop épais ni faire tomber la cisaille, ce qui aurait pour effet de foirer l'alignement des lames. Quand celles-ci s'émoussent, vous pouvez les faire aiguiser dans un atelier de mécanique.

Comme les autres outils, la cisaille doit être protégée contre la rouille par de la peinture et de l'huile. Le joint doit être huilé en permanence.

Avant de commencer à couper, vous devez tracer sur le métal la ligne de coupe avec un clou pointu. On peut aussi

couper avec la cisaille des matériaux trop épais pour des ciseaux ordinaires.

Tenailles coupantes : On utilise cet outil pour couper ou plier des fils de fer et des morceaux de métal.

Comme tous les outils, on doit le protéger contre la rouille avec de la peinture et de l'huile. Lubrifiez bien le joint pour qu'il joue sans frottement.

Il y a deux façons de couper un fil de métal avec des tenailles. Les mâchoires tranchantes ne servent qu'à couper des fils de cuivre. Pour couper du fil plus gros ou plus dur, il faut utiliser les encoches qui se trouvent sur les côtés du joint. On abîme le tranchant des mâchoires si on essaie de couper du fil métallique épais. Il ne faut jamais les utiliser pour couper des aiguilles à coudre parce que celles-ci sont faites dans un acier très dur - si on essaie, on est certain de les endommager.

On peut se servir des tenailles coupantes pour serrer des boulons et des écrous.

En dépit de l'apparence costaude des tenailles, il ne faut pas les utiliser pour enfoncer des clous, etc. Cela les abîmerait.

Pinces à long bec : Il faut prendre avec cet outil encore plus de précautions qu'avec les tenailles. On n'utilise ces pinces que pour plier du fil métallique de petit calibre. Quand on ne peut tenir des clous ou des punaises avec les doigts, on peut le faire avec ces pinces.

Lime triangulaire : On se sert beaucoup de cet instrument versatile quand on construit un appareil scientifique. On l'utilise généralement avec une poignée comme celle de la râpe. Il faut nettoyer la lime avec une brosse métallique dure et on doit la protéger contre la rouille en l'enveloppant dans du papier huilé.

On l'emploie soit pour aiguiser, soit pour émousser les bords d'un morceau de métal. Elle est également utile pour "scier" un tube ou un flacon en verre afin de le couper. Enfin, un morceau cassé de la lime peut servir à faire des trous dans des bouteilles ainsi que cela a été décrit plus haut.

Outils que l'on peut acheter afin de compléter l'équipement de base (listés dans l'ordre d'importance)

1. Serre-joint (crampon en C)
2. Quelques mèches supplémentaires pour la perceuse à main
3. Vilebrequin et mèche-torse pour percer des trous plus larges
4. Scie à découper pour faire des coupes délicates
5. Scie à métaux

Outils supplémentaires que l'on peut fabriquer soi-même

1. Poinçon = un gros clou
2. Mèches = couper les têtes de clous de différentes tailles

A U T R E S T E C H N I Q U E S

Utilisation du papier de verre

Bien qu'il soit possible d'utiliser n'importe quel type de bois pour construire votre matériel, les appareils auront un aspect beaucoup plus fini si les planches ont été passées au papier de verre avant d'être assemblées. Le bois qui sort de la scierie ou celui qui est arraché à des cageots est très rugueux; vous pouvez le faire raboter par un menuisier avant de vous en servir.

Après avoir coupé les planches à la bonne dimension, on doit les passer au papier de verre. Pour poncer des surfaces planes, il faut se servir d'un "bloc ponceur". Il s'agit tout simplement d'un petit morceau de bois d'environ 1" x 2" x 3" qu'on entoure avec le papier de verre.

Pour travailler sur des surfaces arrondies, on peut faire des blocs arrondis.

Quand vous vous servez du papier de verre, frottez-le, en appuyant, sur toute la longueur de la planche. Assurez-vous que vous allez bien dans le sens du "grain" du bois : autrement, vous aurez de petites déchirures en travers des lignes du grain. Afin de conserver la forme bien carrée de la planche, prenez garde à ne pas trop poncer.

Tout d'abord, poncez avec un papier au grain assez gros (n°40), puis utilisez-en un autre au grain moyen (n°60). Pour poncer après une première couche de vernis, utilisez un grain très fin (n°120). En même temps que le papier de verre, il faut acheter à la quincaillerie de la toile émeri qu'on utilise pour polir le métal et pour émousser les rebords tranchants des flacons taillés. Le grain n°50 a le plus d'utilité.

Techniques de vernissage

Celles-ci sont très importantes quand vous construisez un appareil fait avec du bois. En lui ajoutant cette dernière touche, vous donnez aux surfaces en bois une couche protectrice durable et un aspect fini.

Il est extrêmement important de n'appliquer que des produits de haute qualité. Le seul vernis qui convienne à l'utilisation que vous voulez en faire s'appelle "vernis au copal de première qualité". De même, une essence de térébenthine de haute qualité doit être employée pour diluer le vernis.

Généralement, il vous faudra appliquer au moins deux couches de vernis. Pour la première couche, mélangez en quantités égales vernis et térébenthine. Quand vous passez cette solution sur le bois, elle l'imbibe et le scelle et l'empêche de gauchir. Pour la seconde couche (et les éventuelles couches suivantes), il faut employer le vernis pur. Cette seconde couche isole totalement la surface du bois et, en séchant, lui donne une apparence lisse et soyeuse qui améliore l'aspect de votre appareil.

Etapes à suivre pour l'application du vernis :

1. Poncez la surface du bois au papier de verre dans le sens du grain jusqu'à ce que toutes les aspérités soient aplanies. Otez la graisse et la poussière avec un chiffon légèrement humide.

2. Ne trempez que le bout du pinceau dans la boite contenant le mélange vernis-térébenthine de la première couche. Otez l'excés de vernis en frottant le pinceau contre le bord intérieur de la boîte pour que le vernis retombe dans celle-ci.

3. Appliquez le vernis au moyen de longs et légers coups de pinceau, en n'utilisant que le bout des poils. Cela vous assurera une couche régulière. Ne "grattez" pas avec les bords du pinceau.

4. Laisser sécher la première couche complètement, puis poncez-la légèrement avec du papier de verre très fin.

5. Passez la deuxième couche (vernis pur) et laissez sécher totalement avant de toucher ou de manipuler l'appareil. Cela prend, en général, entre 12 et 24 heures. Quand le vernis est sec, vous pouvez continuer l'assemblage de votre appareil. Prenez garde à ne pas rayer sa surface lisse.

Méthode de lavage et de rangement des pinceaux

1. Employez le solvant qui convient tel que la térébenthine ou un autre diluant. Remplissez deux boîtes de conserve avec assez de solvant pour que les poils du pinceau soient totalement recouverts.

2. Trempez votre pinceau dans la première boîte et remuez-le pendant une minute. Essuyez-le à de vieux journeaux et recommencez l'opération.

3. Trempez le pinceau dans la deuxième boîte pour ôter ce qui reste de vernis. Essuyez-le avec du journal et répétez l'opération.

4. Lissez les poils et entourez le pinceau dans un journal pour le ranger.

5. Vous pouvez conserver la térébenthine que vous venez d'utiliser pour une autre fois si la boîte se ferme par un couvercle que l'on presse.

C H A P I T R E VII

T E C H N I Q U E S D E T R A V A I L

E N L A B O R A T O I R E

La Science ne se résume pas au langage de la craie sur le tableau; elle est en vérité une quête de la connaissance. Les fruits de la Science s'épanouissent dans son application. Le cerveau et les muscles, l'esprit et la main sont en collaboration constante.

Enseigner est le résultat d'inventions personnelles. Chaque maître a sa façon propre d'utiliser une grande variété de techniques. On ne peut pas faire rentrer dans un seul livre toutes les recettes individuelles éprouvées, les cas précis dans lesquels elles ont été employées et leurs variations.

Quelque soit la technique, la méthode, la recette, elle doit rentrer dans le cadre du programme. Un professeur prépare un cours. A la fin du cours, les élèves doivent être capables de saisir une idée générale ou un concept. Le professeur doit utiliser toutes les méthodes possibles pour aider les élèves à saisir ce concept, cette théorie. Ces techniques doivent être intégrées à tout enseignement donné en classe.

Même dans un laboratoire bien équippé, quelques appareils ne fonctionnent pas, sont cassés ou bien il leur manque une pièce. Ces appareils peuvent être réparés si le professeur acquiert quelques techniques de base. C'est la raison pour laquelle celles-ci sont données dans cet ouvrage.

T E C H N I Q U E S G E N E R A L E S

* * *

1. Peinture pour tableau noir
2. Colle à la caséine
3. Imperméabilisation de la colle
4. Bouchons étanches
5. Encre pour écrire sur du verre
6. Adhésif pour sceller du verre à un métal
7. Mastic pour aquarium
8. Lavage de la verrerie de laboratoire
9. Comment ôter la graisse et le goudron d'un récipient en verre
10. Travail du verre

A) Tubes en verre :

a. Comment couper un tube en verre
b. Comment couper un tube de verre au diamètre important
c. Coudage d'un tube
d. Réunir deux tubes de même diamètre
e. Réunir deux tubes de diamètres différents
f. Comment faire un compte-gouttes
g. La recuite du verre
h. Comment faire un inoculateur pour cultures bactériennes

B) Bouteilles en verre :

a. Comment les découper
b. Appareil pour découper les bouteilles
c. Comment utiliser l'appareil à couper le verre
d. Rhéostat pour l'appareil à couper le verre
e. Comment percer des trous dans une bouteille

1. Tableau noir fait avec du papier ou de la toile
(pour école de village)

Imbibez d'abord le papier ou la toile avec du vernis à l'huile de lin. Puis, passez plusieurs couches du mélange suivant :

Vernis au copal	1 partie
Térébenthine	2 parties
Sable fin sec	1 partie
Poudre de verre	1 partie
Ardoise pilée	2 parties
Noir de fumée	1 partie

2. Colle à la caséine

Matériel :
a) Lait (le lait de chèvre est moins cher)
b) Jus de citron ou vinaigre
c) Bicarbonate de soude

Méthode :
Versez deux tasses de lait dans une casserole en émail et ajoutez une tasse du liquide acide. Chauffez, en tournant, jusqu'à formation de gros morceaux. Versez le lait caillé dans un bol et laissez-le refroidir. Séparez les morceaux coagulés du liquide et jetez celui-ci. Puis ajoutez une cuillérée à café de bicarbonate de soude et une tasse d'eau. Une réaction chimique a lieu et le résultat est une excellente colle.

3. Imperméabilisation de la colle

Mélangez un cristal de bichromate de potassium à 28 g (1 oz.) de colle. Quand celle-ci sèchera, elle sera imperméable à l'eau.

4. Comment rendre des bouchons inattaquables par l'acide

a) Gélatine ou colle ordinaire	15 parties
b) Glycérine	24 parties
c) Eau	500 parties

Diluez la colle dans l'eau et ajoutez la gélatine. Chauffez le mélange à 44°-48°C. Laissez les bouchons tremper dans ce mélange pendant plusieurs heures. Faites-les sécher à l'ombre. Pour les rendre inattaquables par les acides, trempez-les dans le mélange suivant chauffé à 105°F :

Vaseline	2 parties
Paraffine	7 parties

5. Encre pour écrire sur du verre

1.	Laque plate	20 parties
2.	Alcool	150 parties
3.	Borax	35 parties
4.	Eau	250 parties
5.	Teinture soluble	

Mélangez la laque et l'alcool. Mélangez le borax et l'eau. Mélangez les deux solutions. Enfin, ajoutez la teinture.

6. Adhésif pour sceller du verre à un métal

On peut utiliser une solution de silicate de sodium comme adhésif. On insère un joint en papier, trempé dans cette solution, entre les deux surfaces, verre et métal, que l'on veut coller.

7. Mastic pour aquarium

Ce type de mastic adhère au métal, au verre, à la pierre et au bois. Les trois premiers ingrédients ci-dessous doivent être mélangés à sec. Puis, au moment de l'emploi, on ajoute une quantité suffisante d'huile de lin pour obtenir un mastic épais. Après avoir bouché les fentes et bien lissé le mastic à la spatule, laissez-le sécher pendant trois ou quatre jours.
Utilisez les ingrédients suivants (en poids) :

a)	Litharge	10 parties
b)	Plâtre de Paris	10 parties
c)	Résine en poudre	1 partie
d)	Huile de lin bouilli	

8. Nettoyage de la verrerie de laboratoire

Tous les récipients doivent être lavés aussitôt après avoir fini votre expérience. Si vous laissez dedans le produit chimique utilisé, une mince pellicule se forme qui adhère aux parois et au fond du récipient. Dans bien des cas, celle-ci ne peut s'enlever à l'eau et au savon. Il faut alors utiliser la solution suivante :

Prenez 35 ml d'une solution saturée de dichromate de sodium ou de potassium et versez dessus 100 ml d'acide sulfurique concentré. Chauffez. Versez alors cette solution chaude dans le bocal que vous voulez nettoyer. Laissez agir toute une nuit. Rincez le bocal avec de l'eau chaude jusqu'à ce que tous les produits chimiques soient enlevés: quand l'eau mouille tout l'intérieur du bocal, celui-ci est propre. Sinon, l'eau glisse en gouttelettes sur la surface du verre.

9. Comment ôter la graisse et le goudron d'un récipient en verre

Faites dissoudre 12 g d'hydroxyde de sodium dans 12 ml d'eau. Ajoutez 100 ml d'alcool éthylique à 95% (de l'alcool rectifié conviendra). Conservez le récipient dans ce mélange pendant un certain temps, puis rincez-le à l'eau..

10. Travail du verre

A) Tubes en verre

a) Comment couper un tube :
La méthode la plus simple et qui s'applique à tout tube de diamètre inférieur à 25 mm environ, est de faire une rainure avec une lime triangulaire à l'endroit où l'on veut couper le tube. N'essayez pas de le scier. Tenez-le fermement entre vos mains, vos pouces de chaque côté de la rainure. Pliez le tube au niveau de l'entaille tout en l'étirant de part et d'autre de celle-ci. Vous devriez obtenir une cassure franche et nette.

b) Comment couper un tube de diamètre plus important:
Méthode 1 : On fait une rainure autour du tube. On serre autour du tube, au niveau de la rainure, un fil au nichrome assez fin. On branche les 2 bouts du fil à un circuit électrique. Quand le courant passe, le fil devient rouge foncé. On coupe le courant au bout de quelques secondes puis, avec un pinceau, on passe de l'eau froide sur le fil encore chaud. La cassure est franche et nette.
Méthode 2 : On fait une rainure autour du tube. On chauffe au rouge une tige de fer et on l'applique , par petites touches successives, sur la rainure jusqu'à ce que le tube se fende. Vous aurez besoin d'entraînement pour obtenir une cassure franche.

c) Coudage d'un tube :
Passez une flamme à l'endroit où vous voulez couder le tube. Faites-le pivoter de façon à le chauffer également sur tout son pourtour. Si vous voulez faire un coudage en U, chauffez une plus grande surface de verre. Retirez le tube de la flamme quand il commence à flancher et pliez-le à la forme désirée en appliquant une pression égale avec vos deux mains. Tenez le tube à plat jusqu'à ce qu'il durcisse. Un coudage bien fait conserve le même diamètre sur toute sa longueur. Vous pouvez utiliser l'angle d'un bloc d'amiante pour faire un coudage à angle droit.

d) Comment réunir deux tubes de même diamètre :
Fixez un manchon en caoutchouc à l'une des extrémités d'un des tubes et bouchez l'une des extrémités de l'autre tube avec un bouchon en liège. Quand on

fusionne deux tubes, il est essentiel que ceux-ci soient chauffés uniformément à la même température. Tenez les tubes parfaitement alignés (vous pouvez construire un support en bois pour obtenir un bon alignement), en rapprochant, presqu'à se toucher, les deux bouts devant être réunis. Quand ils sont chauffés jusqu'à devenir rouge-orangé, retirez la flamme. D'un même mouvement, pressez fortement l'un contre l'autre les deux tubes et étirez-les aussitôt (pas trop!). A la jointure, le tube sera légèrement plus épais. Chauffez la jointure, retirez la flamme et soufflez doucement dans le tube en caoutchouc pour aplanir le verre. A la jointure, vous verrez des anneaux de verre plus ou moins épais qui se remarquent aisément grâce à leurs différentes couleurs: les anneaux les plus fins sont les plus jaunes. S'il y a trop d'anneaux, on peut les niveler en les chauffant et en soufflant à travers le tube.

e) Comment réunir deux tubes de diamètres différents
On fixe au tube le plus gros un manchon en caoutchouc dans lequel on pourra souffler le moment venu et on aligne les deux tubes sur le support en bois à petite distance l'un de l'autre. Chauffez l'extrémité du plus gros tube jusqu'à ce qu'il soit d'une couleur rouge-orangé. Retirez la flamme; puis, avec une tige au carbone (fabriquée avec les tiges au carbone de vieilles piles de lampe de poche), effilez-le jusqu'à lui donner une forme conique. Chauffez le bout du tube le plus étroit et, avec une tige au carbone, évasez-le de façon à ce que les dimensions de la partie effilée du premier tube et la partie évasée du second soient à peu prés les mêmes. Puis rapprochez les deux tubes; chauffez-les au rouge et réunissez-les comme on le fait pour des tubes de même diamètre.

f) Compte-gouttes :
Prenez un tube en verre et chauffez-en le milieu à une flamme. Quand le verre devient mou, étirez-le doucement. Si vous tirez trop vite, l'allongement ne sera pas uniforme. Quand le tube se sépare en deux, cassez doucement un petit morceau du bout effilé. Puis chauffez l'autre bout du tube jusqu'à ce que le verre se ramollisse et appuyez-le sur un tampon d'amiante. Ce faisant, vous formez un rebord à cette extrémité du tube. Fixez-y un tube de caoutchouc ou le bout d'une tétine de biberon.

g) La recuite du verre :
Quand du verre chaud refroidit rapidement, il se forme de petites craquelures. Si vous le rechauffez, il se brisera. Ce qui n'arrivera pas si le verre est recuit Quand on retire le verre du feu, il faut le laisser à proximité de la flamme pendant un certain temps. Puis on l'en éloigne progressivement. Enfin, on le recuit à la flamme fumeuse (non-oxydante) pendant quelque temps et on l'en ressort progressivement.

h) Inoculateurs pour cultures de bactéries :
Méthode 1 : Choisissez un tube en verre de petit diamètre. Chauffez-en le milieu et quand le verre se ramollit, étirez-le lentement. Un long fil de verre se forme au milieu. Ce fil peut être utilisé comme inoculateur.
Méthode 2 : Introduisez un mince fil de fer dans un tube capillaire en laissant dépasser environ 6" de fil. Chauffez le tube de ce côté-là jusqu'à ce que le verre fonde autour du fil.

B) Bouteilles en verre

Pour les expériences de Physique, Chimie et Biologie, la verrerie de laboratoire est une nécessité. Bien souvent, on peut utiliser des bouteilles ordinaires si on les taille à la forme voulue.

a) Taille des bouteilles

Matériel nécessaire

1. Diamant de vitrier ou lime triangulaire
2. Fils tirés de sacs en jute
3. Un seau d'eau
4. Kérosène et allumettes

La méthode au kérosène

Celle-ci est utile quand on ne dispose pas de source électrique mais elle demande patience et savoir-faire. Faites une rainure sur la bouteille avec une lime triangulaire à l'endroit où vous voulez la couper et attacher le fil de jute tout autour sur la rainure. Imbibez-le de kérosène. Allumez le fil avec une allumette et tournez la bouteille lentement pour que les flammes chauffent uniformément l'entaille. Il ne faut pas les laisser s'étendre beaucoup au-delà de celle-ci. Quand la flamme s'éteint, plongez rapidement la bouteille dans de l'eau froide. Si on a bien suivi les recommandations, on devrait obtenir une cassure franche. Polissez-en les bords avec de la toile émeri ou la lime triangulaire.

La méthode électrique :

Celle-ci est plus pratique si on dispose d'une source électrique (voir coupe-verre électrique ci-dessous). Entourez la bouteille d'un papier de sorte que le bord de celui-ci matérialise la ligne de coupe. S'il le faut, fixez le papier avec du scotch pour éviter qu'il glisse. Faites une rainure sur le verre le long du papier avec un diamant. Si vous n'en avez pas, utilisez la lime triangulaire, mais ne la poussez que dans un sens: ne faites pas un mouvement de va-et-vient. Quand le fil électrique devient rouge, approchez la bouteille de façon à ce que le fil entre en contact avec le verre au niveau de la rainure. Lentement, tournez la bouteille dès que

vous entendez un craquement. Après avoir fait tout le tour, trempez la bouteille dans le seau d'eau. La cassure sera franche.

b) Coupe-verre électrique
Avec ce coupe-verre, on peut couper même des bouteilles et des flacons très épais. Le matériel nécessaire est : 2 boulons, 2 rondelles, des planches et du fil électrique n°24 capable de supporter 1000 watts. On vend ce fil dans la plupart des quincailleries. On peut utiliser des planches et des boulons de la taille que l'on désire, mais on doit utiliser environ 8" du fil électrique 1000 watts. Quand on met en place ce fil avec boulons et écrous, il faut faire attention à ce qu'il forme une courbe comme l'indique le dessin. Le socle doit être encoché comme cela a été expliqué pour le levier. Puis on y cloue les deux supports verticaux. Les rondelles dissipent la chaleur et empêchent le bois de brûler. Si vous utilisez de gros boulons (3/8" x 3"), vous n'aurez probablement pas besoin de rondelles.
Comment utiliser le coupe-verre :
Il faut l'utiliser avec un rhéostat. Il faut auparavant rayer ou entailler le verre là où on veut le casser. Nettoyez bien le verre de part et d'autre de la rainure: cela favorise une cassure nette. Quand la rainure est faite, branchez l'appareil. Avec le rhéostat, ajustez l'intensité du courant. Attendez que le fil devienne rouge. PRENEZ GARDE : on peut s'électrocuter gravement si on touche les boulons ou toute autre partie métallique de l'appareil. Pour éviter une électrocution, la bouteille doit être parfaitement sèche. Faites-la tourner lentement sur le fil le long de la rainure. Quand vous avez fait un tour complet, versez de l'eau froide dessus. Le verre devrait se casser proprement, mais pour cela vous aurez néammoins besoin d'un peu d'entraînement .
Note : A moins que le professeur ne les surveille, les élèves ne doivent pas utiliser cet appareil. Débranchez le quand vous avez fini de l'utiliser.

c) Rhéostat à l'eau
Il s'agit d'une résistance variable que l'on peut utiliser avec le coupe-verre (pour sa construction, voir chapitre V) ou avec n'importe quel appareil électrique que vous faites marcher avec un courant alternatif de faible puissance. Le principe de cet appareil est la conduction de l'électricité par hydrolyse. Ce rhéostat conduit l'électricité à travers une solution de chlorure de sodium (NaCl); puisque cette solution oppose une grande résistance au courant, beaucoup de l'énergie électrique se dissipe en chaleur. L'énergie restante peut être utilisée pour faire marcher un appareil de faible énergie.

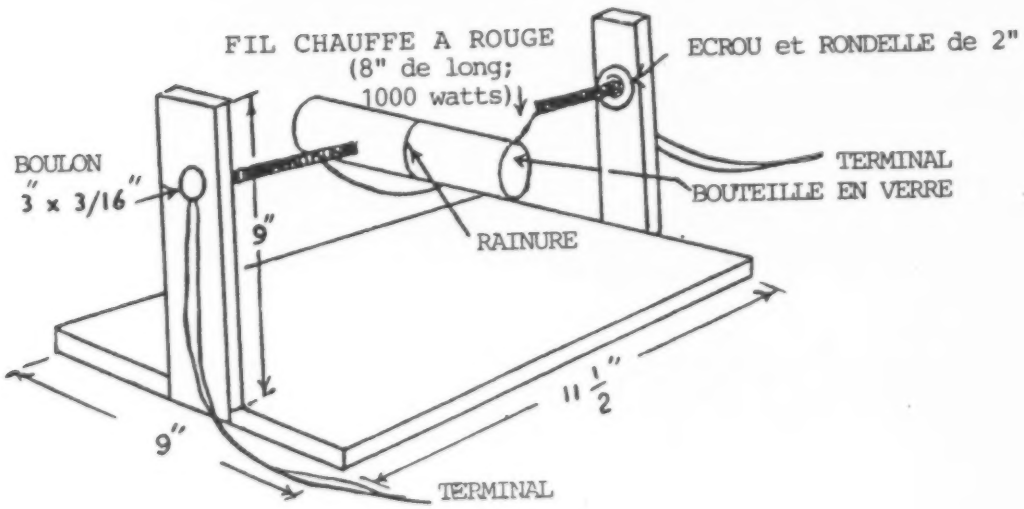
d- Comment percer des trous dans un flacon en verre

Il peut parfois être utile de percer un trou dans le flanc d'une bouteille. Voici comment procéder:

Matériel : Une lime triangulaire
Térébenthine
Camphre

Versez un peu de térébenthine dans un bouchon de bouteille; ajoutez-y un peu de camphre. Cassez le bout de la lime triangulaire avec un marteau: ce bout cassé présente des angles à vif. Trempez un de ces angles dans le mélange de camphre et de térébenthine et appuyez légèrement sur la bouteille. N'appuyez pas trop fort quand vous sentez que le verre va céder. Vous pouvez élargir le trou avec une lime ronde trempée dans le mélange térébenthine-camphre.

COUPE-VERRE ELECTRIQUE



T E C H N I Q U E S D E T R A V A I L

E N B I O L O G I E

* * *

A) PREPARATION DES LAMES POUR ETUDE AU MICROSCOPE

I Préparations temporaires

1. Comment les préparer
2. Comment empêcher le gonflement
3. Comment ralentir l'évaporation
4. Comment couper des lames minces
5. Préparation dans une goutte en suspension
6. Comment concentrer les organismes dans une culture
7. Comment ralentir l'activité des protozoaires
8. Flux cytoplasmique

II Colorations

1. Colorations des cellules mortes
2. Colorations des cellules vivantes
3. Techniques de coloration
4. Frottis de racine d'oignon
5. Frottis sanguin
6. Technique de Wright pour la coloration du sang
7. Teinture de Giemsa
8. Frottis bactériens
9. Teinture de Gram pour frottis bactériens

III Préparations permanentes

1. Procédure habituelle
2. Fixation
3. Déshydratation
4. Enrobage dans la paraffine
5. Lames minces
6. Hydratation
7. Coloration et préparation
8. Coloration des lames minces de Gymnospermes et Angiospermes

IV Les produits chimiques

1. Teintures pour cellules vivantes
   - Bleu de méthylène
   - Rouge neutre
   - Rouge Congo
2. Teintures simples
   - Coloration à l'iode
   - Cristal violet
   - Teinture de Gram
   - Safranine

Méthylvert
Eosine éthylique
Acétocarmin
Rouge de Magenta
Méthylbleu
Hématoxyline de Delafield
Méthylorange

3. Teintures pour les cellules sanguines
   Méthylviolet
   Teinture de Wright
   Teinture de Giemsa

4. Fixateurs
   Solution d'alcool éthylique à 70%
   Alcool pur
   Fixateur de Bouin
   Fluide d'Allen
   Solution de Carl
   F.A.A. (Formaldéhyde, Alcool, Acide acétique)
   Conservateur pour plantes vertes
   Fixateur de Zenker
   Fixateur de Flemming
   Fluide de Gate
   Fixateur de Kleinenberg
   Formol

5. Autres solutions
   Solution de Mayer à l'albumine
   Baume du Canada
   Méthylcellulose
   Solution à la gélatine
   Oxalate de potassium
   Anticoagulant du sang

B) TECHNIQUE DE CONSERVATION DE SPECIMENS VEGETAUX DANS DU PLASTIQUE

C) TECHNIQUE DE PREPARATION DES SQUELETTES DE FEUILLES

D) RAMASSAGE ET CONSERVATION DES ANIMAUX

1. Ramassage et observation des formes aquatiques
2. Tableau des méthodes de ramassage et de conservation des animaux
3. Ramassage des insectes
4. Bocaux dans lesquels on tue les animaux
5. Naturalisation des insectes
6. Comment étaler les ailes des insectes
7. Exposition des insectes

E) MILIEUX DE CULTURES BIOLOGIQUES ET SOLUTIONS NUTRITIVES

1. Solution de Knop pour Daphnies
2. Méthode de Chipman pour Daphnies
3. Milieux de culture pour bactéries
    a) Bouillon au concentré de viande
    b) Concentré de viande à l'agar-agar
    c) Culture sur pomme de terre
4. Milieux de culture pour Drosophiles
    a) Culture sur farine de mais
    b) Culture sur banane
    c) Culture sur semoule de blé
5. Engrais pour plantes acidophiles

F) SOLUTIONS BIOLOGIQUES

1. Solutions révélatrices de produits nutritifs
    a) Solution de Lugol = recherche de l'amidon
    b) Solution de Benedict = recherche des sucres simples
    c) Solutions de Fehling = recherche des sucres simples
    d) Réactif de Million = recherche des protéines

2. Absorbeurs et indicateurs
    a) Solution au pyrogallate de potassium = pour absorber l'oxygène
    b) Hydroxyde de potassium = pour absorber le gaz carbonique
    c) Papier au chlorure de cobalt = indicateur d'humidité
    d) Chlorure de calcium anhydre = pour absorber l'humidité

3. Solutions salines
    a) Solution de Ringer pour tissus de grenouille
    b) Solution de Ringer pour tissus de mammifères
    c) Solution physiologique pour animaux à sang froid
    d) Solution physiologique pour animaux à sang chaud
    e) Solution de Hayem

4. Quelques solutions très utiles
    a) Solution acide d'amidon
    b) Colle d'amidon
    c) Solution sucrée (sucrose)
    d) Lubrifiant pour bouchon
    e) Eau de chaux
    f) Solution à la rénine

G) MAQUETTES

1. Imitation d'une cellule vivante
2. Cire à modeler pour modèles biologiques
3. Pâte à modeler pour modèles biologiques

A) PREPARATION DES LAMES POUR ETUDE AU MICROSCOPE

I Préparations temporaires

1. Comment les préparer

Une préparation temporaire se fait dans une goutte de liquide (eau, solution salée ou teinture) en vue d'un examen sous fort ou faible grossissement. Puisque le liquide s'évapore, la préparation est temporaire. Nettoyez les deux faces d'une lame et d'une lamelle. Prenez garde à ne pas casser la lamelle. Faites couler une goutte d'eau au milieu de la lame. Posez l'objet à étudier (petit morceau de pelure d'oignon, élodée, feuille, cheveu ou une goutte d'eau de la mare voisine) dans la goutte d'eau. Ajoutez davantage d'eau pour recouvrir l'objet si nécessaire. Puis couvrez avec la lamelle. La meilleure méthode pour poser celle-ci est de la tenir à un angle de 45° environ sur la lame et de la faire descendre doucement avec une épingle jusqu'à ce qu'elle recouvre l'eau. On peut ôter les bulles en tapotant doucement avec le bout arrondi d'un crayon. Pour enlever l'excès d'eau de la lame, on effleure un côté de la lamelle avec du papier buvard. L'eau est absorbée par le papier.

Cette préparation durera quelques heures.

2. Comment empêcher le gonflement

Il se peut que les cellules qui ont une concentration saline assez forte gonflent quand elles sont préparées dans une goutte d'eau, que ce soit celle du robinet ou celle d'un aquarium. On peut éviter ce gonflement en plaçant les cellules dans une solution saline à 7% (chlorure de sodium); puis ajoutez la lamelle. La solution saline ne doit pas être trop forte afin que la cellule ne perde pas son eau et ne se rétracte pas.

3. Comment ralentir l'évaporation

Pour conserver les lames un peu plus longtemps, on peut entourer la lamelle de vaseline, de graisse minérale ou de cire de bougie, ce qui ralentit l'évaporation. Trempez le bout d'un tube à essai dans de la vaseline ou de la graisse minérale. Entourez la goutte à étudier sur la lame avec le cercle de vaseline obtenu et recouvrez avec la lamelle de sorte que les bords de celle-ci soient collés à la lame par la vaseline.

4. Comment préparer des lames minces

La plupart des tissus ne sont pas assez rigides pour qu'on les découpe en fines tranches sans les entourer auparavant de paraffine. Pourtant, quelques feuilles et racines d'arbres, si elles sont insérées entre deux longueurs de carottes fraîches, peuvent être coupées avec un microtome ou à la main avec une lame de rasoir.

Coupez une carotte en deux dans le sens de la longueur. Placez l'échantillon que vous voulez découper entre les deux moitiés de carotte. Liez le tout solidement et laissez tremper pendant plusieurs heures. L'ensemble va gonfler et devenir rigide. On peut alors en découper de fines tranches avec une lame de rasoir. Il faut tenir la lame selon un angle très petit par rapport à la surface. Gardez le tout - y compris la lame de rasoir - mouillé. Placez les tranches dans l'eau afin qu'elles ne se rétractent pas. Ne préparez sur plaques que des tranches très fines et régulières, puis recouvrez d'une lamelle. Vous pouvez les colorer si vous voulez.

5. Préparation dans une goutte en suspension

Si on examine une goutte d'eau au microscope, la lumière est réfléchie dans plusieurs directions. C'est pour éviter cela que l'on applatit la goutte avec la lamelle. Cependant, en faisant cela, on réduit la mobilité des organismes dans la goutte ou même on les écrase avec le poids de la lamelle. Une préparation dans une goutte en suspension permet aux élèves d'étudier la mobilité des bactéries en particulier, la division de protozoaires, la germination des grains de pollen et autres phénomènes semblables.

Assurez-vous que lame et lamelle soient propres de façon à ne pas réduire la tension de surface de l'eau. Découpez une "rondelle", c'est à dire un petit cercle de carton épais avec un trou au milieu. La taille du trou doit être légèrement inférieur à celle de la lamelle. Enduisez de vaseline les deux côtés de la rondelle. Collez-la sur la lame. Mettez une goutte du milieu de culture à étudier sur la lamelle. Retournez la lame avec la rondelle de carton collée dessus et placez-la sur la lamelle de telle sorte que la bordure de celle-ci et la rondelle soient scellées par la vaseline. Retournez rapidement la préparation. La goutte d'eau devrait être suspendue à la lamelle.

Si une préparation dans une goutte en suspension n'est pas nécessaire, mais si vous voulez ne pas écraser un petit spécimen, vous pouvez surélever la lamelle très facilement. Vous placez autour de l'échantillon, sur la lame, des morceaux de lamelles cassées (ou bien, pour des spécimens plus gros, des morceaux de lames) de telle façon que la lamelle repose sur le verre brisé. On doit ajouter autant d'eau qu'il est nécessaire pour combler l'espace entre lame et lamelle.

6. Comment concentrer les organismes dans une culture

Beaucoup d'élèves vont vouloir observer des protozoaires, des flagellaires et autres organismes mobiles. Parfois, il arrive que la culture soit trop diluée, c'est-à-dire qu'il n'y a que quelques organismes dans la culture. Dans une goutte de ce liquide, sur lame mince, il ne se trouve qu'un très petit nombre de spécimens. Les élèves peuvent en accroître le nombre en remplissant une fiole ou un tube à essai avec du liquide de culture. On entoure alors le tube, sur 3/4 de sa hauteur, dans un papier carbone ou bien on le bouche avec un bouchon dans lequel on insère un tube capillaire

et on l'enveloppe, là encore, dans du papier carbone. Les protozoaires se concentrent dans les zones non-recouvertes de papier (le haut du tube à essai ou le tube capillaire) puisque la plupart des protozoaires sont positivement phototropiques ou négativement géotropiques; ils se concentrent également là où la concentration en oxygène est la plus forte, c'est-à-dire à la surface. En utilisant un compte-goutte, on peut déposer sur la lame une goutte contenant un grand nombre d'organismes.

7. Comment ralentir l'activité des protozoaires

Les protozoaires, particulièrement les formes porteuses de cils vibratiles, se meuvent trop vite pour que des élèves, surtout des débutants, puissent les suivre au microscope. Il existe plusieurs façons de ralentir cette activité des protozoaires ciliés, ce qui permet de les étudier plus facilement.

Une de ces façons consiste tout simplement à préparer plusieurs lames en avance et de laisser l'eau s'évaporer un peu. Le poids de la lamelle est alors suffisant pour ralentir les organismes. On place un anneau de méthylcellulose ou d'une solution de gélatine sur une lame et, dans l'anneau, une goutte du milieu de culture. On couvre avec la lamelle. Le méthylcellulose diffuse vers le centre de la goutte et ralentit les protozoaires.

8. Le flux cytoplasmique (cyclose)

Le flux cytoplasmique autour de la cellule peut être observé dans bon nombre de cellules vivantes préparées dans une solution saline ou dans de l'eau d'aquarium. Souvent, les chloroplastes des cellules de plantes vertes se meuvent sur le pourtour des cellules. Beaucoup de plantes aquatiques présentent ce mouvement rotatoire du cytoplasme appelé "cyclose".

Préparez une lame mince de feuille d'élodée (Anacharis), de Nitella, Chara ou Vollisneria. En ce qui concerne l'élodée, choisissez de jeunes feuilles et portez votre attention sur les cellules de la nervure centrale. En ce qui concerne Nitella et Chara, choisissez les cellules internodales. Placez la couche supérieure des cellules en position haute sur la lame. Mettez les feuilles dans de l'eau chaude ou approchez une lampe du récipient pour stimuler la cyclose. La vitesse du mouvement du cytoplasme est généralement de 3 à 15 cm par heure mais atteint 45 cm/h à une température de 30°C. Dans les feuilles de Nitella, il y a beaucoup de noyaux internodaux, et eux aussi bougent. Cependant, les chloroplastes sont fixés dans la surface interne des cloisons cellulaires et ne bougent pas.

Le flux cytoplasmique peut également être observé dans d'autres êtres vivants. Préparez des fils du mycenium de la moisissure du pain (Mucor) dans de l'eau ou de la glycérine. On voit le cytoplasme monter le long d'un côté du fil et

descendre de l'autre côté. On peut aussi observer le phénomène de cyclose dans les poils unicellulaires de la racine des jeunes pousses de Tradescantia ou dans les poils des étamines de la fleur. Préparez le filet de l'étamine avec les poils qui lui sont attachés, dans de l'eau sur une lame. On peut voir les granules se mouvoir depuis les fibres autour du noyau, tout le long de la paroi, jusqu'à d'autres fibres menant au noyau. On peut observer le même phénomène dans l'épiderme d'une des pelures internes d'un oignon préparé (non coloré) dans de l'eau.

Le même phénomène peut être observé dans une amibe. Mettez une goutte du milieu de culture sur une lame propre. Ajoutez quelques morceaux de lamelles cassées pour soutenir la lamelle (pour ne pas écraser les amibes). On peut voir beaucoup de vacuoles et le flux rapide du cytoplasme qui passe d'une solution collo.dale à un gel.

II Colorations

1. Coloration des cellules mortes

La coloration par la solution iodée de Lugol, celle de Gram et le cristal violet soulignent certaines structures de la cellule. Mais au cours du processus de coloration quelques protéines sont dénaturées et la cellule meurt immédiatement. On ne peut étudier des cellules vivantes colorées de cette manière.

2. Coloration des cellules vivantes

Bien des fois, on a besoin d'étudier des cellules vivantes colorées de façon à faire ressortir certains traits structuraux. Certaines colorations ne tuent les organismes que lentement : ceux-ci absorbent le colorant et maintiennent leurs fonctions vitales pendant quelque temps. On peut vouloir colorer des cellules vivantes afin d'en observer cils, flagelles et autres traits structuraux. Ces colorations sont le bleu de méthylène, le rouge neutre et le rouge congo. Les méthodes de préparation de ces colorants sont décrites plus bas. Ce sont les mêmes, qu'il s'agisse de colorations de cellules vivantes ou de cellules mortes. Ces techniques de coloration sont utilisées pour des préparations temporaires. Presque tous les organismes peuvent être colorés de cette façon. Les plus communément employés sont les cellules de peau d'oignon, celles de l'épiderme de la joue de l'homme, les tissus animaux, les cellules du sang et les cultures de protozoaires et d'algues.

3. Techniques de coloration

Déposez une goutte de colorant sur une lame propre et laissez-la sécher de façon à ce qu'elle forme une couche fine sur la lame. Vous pouvez préparer plusieurs lames à la fois et les conserver dans une boîte propre. Quand vous voulez en utiliser une, ajoutez-y simplement une goutte de culture de protozoaires, de

bactéries ou de levures ou bien les cellules d'un tissu quelconque. Recouvrez avec la lamelle. La tâche de colorant va se dissoudre lentement dans la goutte de liquide.

Quand vous faites une préparation sur lame humide, ajoutez une goutte de colorant à celle contenant le spécimen à étudier. Recouvrez avec une lamelle : tenez celle-ci à environ 45° de la lame et, à l'aide d'une épingle, abaissez-la jusqu'à ce qu'elle recouvre l'eau. On enlève les bulles en tapotant doucement dessus avec un crayon. Une autre méthode de coloration des préparations sur lames humides temporaires (sauf pour les cultures de protozoaires et d'algues) est de placer une goutte de colorant sur un bord de la lamelle, puis d'étirer la tâche de colorant sous la lamelle, depuis l'autre bord de celle-ci, en absorbant l'eau avec du papier buvard. La tâche de colorant diffuse à travers la substance à étudier.

Une coloration à la teinture d'iode colore le noyau en brun et le cytoplasme en brun très léger. Le bleu de méthylène teinte le noyau en bleu et le cytoplasme en bleu clair. Si la coloration n'est pas assez foncée, on peut ajouter une autre goutte de colorant. Au contraire, si la coloration est trop foncée, on peut diluer le colorant avec une goutte d'eau.

4. Frottis de racine d'oignon

Voici une méthode facile de préparation de lames qui serviront à expliquer la mitose. On peut aisément y observer la division des cellules avec leurs chromosomes. Placez un bulbe d'oignon dans l'eau pendant un ou deux jours jusqu'à ce que de petites racines blanches en sortent. Avec une lame de rasoir, coupez le bout d'une racine (1 cm de long). Mettez-le dans un bécher contenant 1 solution normale d'HCl pendant seulement 3 minutes. Placez le bout de racine sur une lame avec plusieurs gouttes de teinture à l'acétocarmin. Ne laissez pas sécher. Avec précaution, coupez la portion de racine bien colorée; jetez le reste. Avec votre rasoir, coupez ce bout en morceaux de la taille d'une tête d'épingle. Placez vite la lamelle par dessus. Recouvrez lame et lamelle d'un morceau de papier. Délicatement, appuyez sur la lamelle pour écraser les cellules; ne faites pas tourner la lamelle. Otez le papier et étudiez les cellules. Si vous scellez les bords de la lamelle avec de la cire à bougie, votre préparation durera une quinzaine de jours.

5. Frottis sanguins

Le frottis sanguin permet de préparer des lames permanentes ou semi-permanentes pour l'étude du sang. On doit utiliser du sang frais d'animal ou du sang prélevé sur votre doigt après que vous y ayez fait une piqûre avec une épingle.

Si vous préparez du sang venant de chez le boucher, il faut ajouter 0.1 g d'oxalate de potassium ou de sodium pour 100 ml de sang; cela l'empêche de coaguler. Mettez une goutte de sang sur une lame très propre. Il est absolument nécessaire d'utiliser des lames chimiquement propres pour les frottis sanguins. Les lames peuvent être nettoyées à l'alcool à 95% et brulées à la flamme d'une lampe à alcool. Placez le bout d'une deuxième lame selon un angle de 30° contre la première. Faites-la glisser vers la goutte de sang jusqu'à ce que celui-ci se répande uniformément le long du côté étroit de la lame. Faites glisser rapidement cette deuxième lame vers le bout opposé de la première de façon à former une mince couche de sang. Plus l'angle entre les deux lames sera grand, plus la couche sera épaisse. Laissez sécher la lame à l'air.

6. Technique de Wright pour la coloration du sang

Voici une méthode rapide et facile pour préparer un frottis sanguin qui vous permettra de distinguer les différents types de globules blancs. Prenez une lame recouverte d'un frottis sanguin. Mettez-la sur une soucoupe; cela empêchera l'excès de colorant de toucher la surface inférieure de la lame. Recouvrez complètement la couche de sang séché avec de la teinture de Wright pendant 1 à 3 minutes. Ceci fixe les cellules de sang sur la lame. Puis, ajoutez de l'eau distillée goutte à goutte jusqu'à ce que le colorant soit dilué de moitié. Une écume verte se forme à la surface. Laissez la solution agir 2 ou 3 minutes, puis lavez-la avec de l'eau distillée deux ou trois fois. Maintenant, examinez la lame sous le microscope : les granulocytes basophiles devraient se teinter en bleu foncé; les éosinophiles en rouge vif et les neutrophiles en lilas. Si la coloration est trop sombre, on peut laver encore à l'eau distillée.

7. Teinture de Giemsa

Elle est utilisée pour les frottis sanguins et les frottis bactériens. La solution forte doit d'abord être diluée à 10 % dans de l'eau distillée.

Utilisez un frottis sanguin séché à l'air et fixez la pellicule de sang à la lame en trempant celle-ci dans de l'alcool méthylique à 70% pendant 3 à 5 minutes. Laissez-la sécher à l'air. Puis placez-la dans un plat ou un flacon (un flacon de Coplin, si vous en avez un) contenant de la teinture de Giemsa diluée pendant 15 à 30 minutes. Enfin, lavez la lame à l'eau distillée et laissez-la sécher.

8. Frottis bactériens

Pour faire un frottis bactérien, les bactéries doivent se trouver en suspension dans un liquide. Si elles proviennent d'une culture de gélose ou de pomme de terre, il faut en

transférer quelques unes dans 5 ml d'eau stérilisée et mélanger. On place sur une lame propre le contenu d'une petite boucle de fil de fer trempée dans la suspension. On étale la goutte en un feuil mince et on la laisse sécher à l'air. Quand la lame est sèche, passez le dessous de celle-ci à la flamme d'un bec bunsen trois fois ou à la flamme d'une lampe à alcool six fois. Le dessous de la lame doit être tiède, et non pas chaud, au toucher. Maintenant, les bactéries sont fixées à la lame et n'en sortiront pas pendant le processus de coloration.

Beaucoup de teintures (généralement celles qui ont des colorants azoiques basiques comme le rouge de Magenta, le violet cristallin, le bleu de méthylène et la safranine) peuvent être utilisées pour colorer les bactéries. On doit simplement diluer la teinture à 10% dans de l'eau. On l'applique pendant 1 à 2 minutes puis on la lave et on sèche avec du buvard. Il n'est pas nécessaire de mettre une lamelle à moins que vous ne désiriez faire une préparation permanente. Dans ce cas, ajoutez une goutte d'oléorésine quand la lame est sèche puis recouvrez avec la lamelle.

9. Teinture de Gram pour frottis bactériens

La coloration de Gram est une méthode importante de classification des bactéries. Les organismes gram-positifs sont teintés en violet ou bleu; ce sont généralement des cocci (ronds) à l'exception des groupes gonocoques, méningocoques et catarrhalis. Les organismes gram-négatifs prennent une teinte rose ou rougeâtre. Les Spirilles, les Spirochètes, la plupart des bacilles (baguettes) sont des bactéries résistantes à l'acide et bien des formes qui produisent des spores sont gram-négatives.

Le processus comprend une coloration, une décoloration et une contre-coloration. Les organismes gram-positifs ne décolorent pas mais conservent leur couleur violette, tandis que les organismes gram-négatifs perdent toute la couleur de la première coloration et reprennent le rouge de la contre-coloration.

Prenez un frottis bactérien qui a été fixé à la flamme et inondez la lame de cristal violet pendant une minute. Videz-la et ajoutez-y de la teinture de Gram pendant une minute. Rincez la lame à l'eau et décolorez à l'alcool éthylique à 95% : rincez plusieurs fois à l'alcool jusqu'à ce que toute la teinture soit partie. Rincez de nouveau à l'eau, cette fois, et recolorez en recouvrant complètement la lame avec de la safranine pendant 1/2 minute. Rincez à l'eau, laissez sécher et observez au microscope.

III Préparations permanentes

1. Procédure habituelle

La méthode de préparation et de coloration des lames permanentes est la suivante:

a) Fixer et durcir les tissus
b) Déshydrater par additions successives d'alcool
c) Eclaircir le tissu au xylol
d) Recouvrir de paraffine
e) Couper au microtome
f) Préparer la lame mince
g) Dissoudre la paraffine avec du xylol
h) Rincer à l'alcool et à l'eau distillée
i) Colorer, re-colorer, décolorer si nécessaire
j) Déshydrater par additions successives d'alcool et de xylol
k) Fixer dans le baume du Canada
l) Etude au microscope

2. Fixation et durcissement des tissus

Il faut fixer les tissus pour deux raisons. D'abord, les cellules doivent être tuées rapidement afin d'en conserver la structure et pour qu'elles ressemblent le plus possible à des cellules vivantes. La deuxième raison est que le fixateur durcit le tissu qu'on peut alors couper en fines lamelles transparentes. Certains fixateurs doivent être rincés avant qu'on ne colore les cellules. Normalement, on place les cellules dans le fixateur suffisamment longtemps pour être sûr qu'elles ont toutes été tuées (48 heures pour de gros spécimens). Puis, on lave le fixateur et on place le tissu dans un conservateur jusqu'à ce qu'on le colore. On doit rincer les fixateurs qui contiennent du chlorure de mercure ou de l'acide picrique pendant au moins 1 heure dans de l'alcool à 70%. Si le fixateur contient du dichromate de potassium, il faut laver le tissu à l'eau courante pendant au moins 1 heure.

On trouvera une liste de fixateurs et de conservateurs dans un prochain chapitre.

3. Déshydratation

Quand le tissu a été fixé et le fixateur bien rincé, l'étape suivante est d'enlever l'eau du tissu. On doit faire ceci lentement afin que le rythme de diffusion entre l'alcool et l'eau n'altère pas les tissus délicats et afin que la paraffine occupe tous les espaces normalement occupés par l'eau. Cela durcit encore le tissu et permet d'en faire des lames minces. En général, on fait passer les tissus directement du conservateur dans de l'alcool éthylique à 70%. Mais les tissus très délicats sont d'abord rincés à l'eau, puis à l'alcool à 30% (1 heure), à 50% (1 heure) et enfin, placés dans de l'alcool à 70%. Au bout de plusieurs heures, on les met dans de l'alcool à 95% pendant une

heure, puis dans l'alcool pur (100%), mais pas plus d'une heure.

Ensuite, on met le tissu dans le xylol, agent d'éclaircissement, (appelé aussi xylène) pour le préparer à être scellé dans la cire. On utilise le xylol pour ôter l'alcool des tissus afin de laisser la paraffine pénétrer dans les espaces laissés libres. Laissez le tissu dans le xylol pendant deux ou trois heures. Si le xylol se ternit, remettez le tissu dans de l'alcool pur; le ternissement est un signe que la déshydratation n'est pas complète.

4. Enrobage dans la paraffine

Une fois que les tissus sont clairs, ils sont prêts à être enrobés de paraffine fondue. On doit faire fondre la cire d'abord, puis la conserver dans un four à paraffine ou dans un bain d'eau chaude (il faut recouvrir le récipient contenant la paraffine avec un verre de montre et le bocal d'eau avec une coupelle en verre). Vous devez maintenir la température de la cire à 1 ou 2 degrés au-dessus de son point de fusion.

Le spécimen à préparer doit être placé dans un petit récipient en papier (on peut en fabriquer un soi-même en pliant du papier de façon à former un cube de 1" de côté) et on le recouvre de paraffine. Au bout d'une heure, il faut remettre de la cire. On en rajoute encore au bout d'une autre heure. Puis, on enlève le récipient du four et on le laisse refroidir. On peut accélérer le refroidissement en plaçant le récipient dans de l'eau froide. Après formation d'une couche dure à la surface de la cire, on peut immerger le bloc de cire. Quand il est totalement durci, on l'enlève du récipient en papier. Rognez-en les bords afin qu'il s'insère bien dans le support du microtome, mais conservez cependant assez de cire autour du spécimen. Fixez le bloc au support en faisant fondre un bout du bloc et en le pressant contre le support.

5. Lames minces

Recouvrez une lame de verre de blanc d'oeuf, puis d'eau tiède. La température de l'eau doit être inférieure au point de fusion de la paraffine.

Une fois le bloc de cire fermement attaché au support du microtome, les positions de la lame et du bloc doivent être réglées de sorte qu'on puisse couper des lamelles de 6 à 9 microns d'épaisseur (1 micron = 1/25 000 d'un inch). Au fur et à mesure que vous coupez, vous faites des rubans de cire; ramassez-en quelques uns à l'aide d'une aiguille et faites-les flotter sur l'eau tiède que vous avez placée sur la lame de verre. Les morceaux de paraffine vont s'étaler au maximum de leur longueur. Il ne doit pas y avoir de ride : s'il y en a, jetez l'échantillon. Otez l'eau et placez la lame dans un four à 37° pendant 24 heures pour sécher. Si vous retirez la lame avant ce laps de temps, il se peut que l'échantillon s'en détache pendant le processus de coloration.

6. Hydratation

Il faut enlever la paraffine de la lame pour colorer le tissu. On met la lame dans du xylol pendant 5 minutes ce qui dissout la cire. Puis on la met dans de l'alcool pur pendant 3 minutes pour ôter le xylol. On la met ensuite, pendant 2 minutes chaque fois, dans de l'alcool à 95%, 70%, 50%, 30% et enfin dans de l'eau distillée pendant 1 minute. La lame mince est prête à être teintée puisque la plupart des teintures sont à base d'eau.

7. Coloration et préparation

Normalement, on sort la lame de l'eau et on la laisse pendant deux minutes dans un teinture nucléique basique qui colore les chromosomes, les centrosomes, les nucléoles, le liège, l'épiderme cutinisé et les tissus ligneux des plantes. On rince ensuite la lame à l'eau claire jusqu'à ce que la couleur s'estompe. On la déshydrate alors (suivre le processus inverse de celui de l'hydratation jusqu'à l'alcool à 90%). Puis on la trempe dans une teinture cytoplasmique basique pendant une minute. Cela colore le plasma, les cils et la cellulose des cellules. On rince la lame dans l'alcool à 95% et on la laisse dans le xylol où elle peut attendre d'être préparée au baume du Canada.

Il existe beaucoup de teintures acides ou basiques, chacune ayant un mode d'emploi recommandé. Quelques unes d'entre elles sont décrites dans le paragraphe sur les teintures.

8. Coloration des lames minces de Gymnospermes et Angiospermes

Matériel nécessaire:

Petits pinceaux (ceux qu'on utilise pour l'aquarelle)
Une aiguille
Verres de montre
Lame de rasoir neuve
Lames et lamelles
Safranine, vert clair, violet gentiane, orange
Essence de girofle
Baume du Canada
Solutions d'alcool à 30%, 50%, 70%, 100%
Xylol
Solution de caoutchouc (comme celle utilisée pour réparer les vélos)

Méthode:

Dans un organisme frais ou conservé dans l'alcool à 70% coupez la partie que vous voulez étudier (tige, racine, pétiole, etc.). Coupez des morceaux très fins et réguliers avec votre rasoir. Trempez-en un dans de l'eau, dans un verre de montre. Posez-le sur une lame et examinez-le au microscope. Vérifiez que toutes les parties y sont et sont bien visibles. Otez le spécimen avec un pinceau et mettez-le dans un petit peu de safranine dans un autre verre de montre; laissez-le tremper durant 3 ou 4 minutes (si vous le laissez trop longtemps, il va prendre une couleur rouge foncé). Otez-le avec un pinceau et mettez-le dans de l'alcool à 30% dans un autre verre de montre.

Au bout de 3 ou 5 minutes, mettez-le dans l'alcool à 50% pendant 3 à 5 minutes. Puis dans l'alcool à 70% pendant 5 mn s'il est rouge foncé, ou 3 mn s'il est de couleur claire. Enfin, placez-le dans de l'alcool à 100% pendant 3 à 5 mn. Rincez-le à l'essence de girofle. Ajoutez un petit peu de vert clair à l'essence de girofle et laissez tremper pendant 3 ou 4 minutes. Encore une fois, transférez le spécimen dans un autre verre de montre contenant de l'essence de girofle (on peut l'y laisser plus longtemps). Examinez le spécimen au microscope. Mettez-le sur une lame avec une goutte d'essence de girofle. Avec une aiguille de verre, déposez une goutte de baume du Canada au centre de la lame et mettez-y le spécimen à étudier. Tenez la lamelle selon un angle de 45° sur la lame et, avec l'aiguille, faites-la tomber doucement tandis que le baume du Canada s'étale. Ceci évite la formation de bulles d'air dans le baume. La quantité de baume doit être soigneusement calculée pour que celui-ci ne dépasse pas de la lamelle. S'il y a des bulles d'air, chauffez doucement la lame à la flamme d'une lampe à alcool pour les enlever. Otez l'excès de baume avec du xylol. Mélangez du xylol et la solution de caoutchouc de façon à former un liquide poisseux. Après avoir laissé la lame sécher pendant deux ou trois jours, scellez les bords de la lamelle avec la solution poisseuse. Si la lame est complètement sèche, cela peut ne pas être nécessaire, mais, si elle ne l'est pas, alors il faut la sceller pour empêcher l'air d'entrer.

On peut colorer n'importe quelle lame mince de cette façon. La combinaison doit être soit safranine/vert clair ou violet-gentiane/orange. Normalement, les vaisseaux ligneux se teinteront en safran ou en violet et les autres parties en vert clair ou orange.

IV Les produits chimiques

1. Teintures pour cellules vivantes

Bleu de méthylène : La solution concentrée doit être diluée dans la proportion de 1 partie de colorant pour 10 000 parties ou plus d'eau distillée. Une goutte de cette teinture diluée suffira pour colorer le noyau et les composants du cytoplasme.

Rouge neutre : Il doit être dissous dans de l'alcool pur, à raison de 1 partie pour 3000 (et jusqu'à 1/30 000) d'alcool. Il colore légèrement le noyau.

Rouge congo : On l'utilise comme colorant quand il est dilué à 1/1000 dans de l'eau. En présence d'acides faibles, il vire du rouge au bleu.

2. Teintures simples

Teinture d'iode (de Lugol) : On la prépare en dissolvant 10 g d'iodure de potassium dans 100 ml d'eau distillée; puis on ajoute

5 g d'iode. Cela permet de colorer le flagelle, les cils et le noyau des cellules.

Cristal violet : On le prépare en ajoutant 13.87 g (ou plus) de teinture à 100 ml d'alcool éthylique à 95%. Remuez fréquemment pendant deux jours, puis filtrez. Cette préparation constitue un très bon colorant des bactéries et protozoaires.

Teinture de Gram : Voici une autre teinture d'iode. On la prépare en diluant la teinture de Lugol à raison d'une partie pour 14 parties d'eau. Son emploi est expliqué au paragraphe "Teinture de Gram pour frottis bactérien".

Safranine : Voici une teinture de base pour colorer les constituants du noyau. On la prépare à partir de 3.41 g de teinture mêlée à 100 ml d'alcool éthylique. Laissez-la dans le pot pendant 2 jours, en remuant souvent. Puis, filtrez la solution avant de la ranger.

Méthylvert : Voici une bonne teinture d'usage général pour colorer le noyau. On la prépare en dissolvant 1 g de colorant dans 1 ml d'acide acétique concentré. Puis on dilue le tout dans de l'eau distillée pour obtenir 100 ml de solution à 1%.

Eosine éthylique : Un teinture acide utilisée comme neutralisant des colorants du noyau. Préparez une solution à 0.5% dans de l'alcool éthylique.

Acétocarmin : Voici une teinture d'emploi facile qui permet de bien différencier le noyau. Saturez une solution à 45% d'acide acétique en train de bouillir avec de la poudre de carmin, puis filtrez. Utilisez une goutte de teinture par goutte de liquide de culture des protozoaires.

Rouge de Magenta (Fuchsine) : Voici une bonne teinture pour bactéries que l'on prépare en ajoutant 8.16 g de colorant à 100 ml d'alcool éthylique à 95%. Remuez cette solution souvent pendant deux jours, puis filtrez-la avant de la ranger.

Bleu de méthylène : Utilisée en tant que teinture pour bactéries, on ajoute 1.48 g de teinture à 100 ml d'alcool éthylique à 95%. Remuez cette solution souvent pendant deux jours, puis filtrez-la avant de la ranger. Il est inutile de la diluer avant de l'utiliser. Si on l'utilise comme teinture de cellules vivantes, il faut la diluer à 1/10 000 dans de l'eau distillée.

Hématoxyline de Delafield : On peut soit l'acheter toute prête, soit la préparer soi-même. On la prépare de la façon suivante :

1 - Dissoudre 4 g d'hématoxyline dans 25 ml d'alcool pur
2 - Ajoutez 400 ml d'une solution aqueuse saturée d'alun ammoniacal. Exposez la solution à la lumière pendant deux jours dans une bouteille bouchée d'un morceau de coton. Puis filtrez-la.
3 - Ajoutez 100 ml d'alcool méthylique à 100 ml de glycérine. Mélangez bien.
4 - La teinture doit "mûrir" pendant deux mois à température ambiante
5 - Enfin, rangez-le dans des bouteilles bien fermées. Lavez vos spécimens à l'eau avant de les mettre dans la teinture.

Méthylorange : On utilise généralement cette teinture comme indicateur, mais elle constitue également un bon neutralisant. On prépare une solution à 0.1% en dissolvant 0.1 g de méthylorange dans 130 ml d'eau distillée.

3. Teintures pour cellules sanguines

Méthylviolet : On utilise cette teinture pour colorer les cellules sanguines des amphibiens ou des humains. Pour les amphibiens, mélangez 0.05 g de méthylviolet et 0.02 ml d'acide acétique concentré avec 100 ml d'une solution à 0.7% de chlorure de sodium. Pour les cellules de sang humain, utilisez une solution à 0.9% de chlorure de sodium.

Teinture de Wright : Il est préférable d'acheter cette teinture. Son emploi est expliqué au paragraphe "Frottis sanguins", p.285.

Teinture de Giemsa : Son emploi est expliqué au paragraphe "Frottis sanguins", p.285. On peut acheter cette teinture, ou bien on peut la préparer de la manière suivante :
Faites dissoudre 0.5 g de poudre de Giemsa dans 33 ml de glycérine (cela peut demander 1 à 2 heures).
Puis ajoutez 33 ml d'alcool méthylique pur sans acétone. Cette solution concentrée doit être diluée à 1/10 dans de l'eau distillée avant d'être utilisée en laboratoire.

4. Fixateurs

Solution d'alcool éthylique à 70% : Voici un conservateur courant pour les petits organismes et les spécimens de tissus. On le prépare en ajoutant 25 ml d'eau à 70 ml d'alcool à 95%.

Alcool pur : Chauffez des cristaux de sulfate de cuivre jusqu'à ce qu'ils se transforment en poudre blanche. Ajoutez cette forme anhydre à de l'alcool éthylique à 95% jusqu'à ce que le sulfate de cuivre ne vire plus au bleu dans l'alcool. A ce moment-là, toute l'eau de l'alcool a été absorbée. Filtrez rapidement l'alcool et rangez-le dans des bouteilles bien sèches.

Fixateur de Bouin : Il est d'usage courant pour les tissus animaux et végétaux. Il est difficile de l'ôter des tissus que vous avez colorés. Son avantage principal est qu'on peut y conserver les tissus pendant longtemps. Mélangez 5 ml d'acide acétique concentré et 25 ml de formaldéhyde à 40% avec 75 ml d'une solution aqueuse saturée d'acide picrique. Laissez tremper le tissu dans le fixateur pendant 24 ou 48 heures; puis rincez-le dans de l'alcool à 70% jusqu'à ce que la couleur soit ôtée.

Fluide d'Allen : Voici un fixateur d'usage très courant. On y fait tremper pendant 24 heures de petits échantillons,

puis on les rince dans de l'alcool à 70% jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de changement de couleur. On place alors le tissu dans de l'alcool à 70% jusqu'à l'emploi.
On prépare le fluide d'Allen en mélangeant :

Acide chromique	1 g
Acide picrique	1 g
Urée	1 g
Acide acétique concentré	10 ml
Formol (formaldéhyde à 40%)	15 ml
Eau	75 ml

Solution de Carl : Cette solution est un excellent conservateur pour insectes. On doit y ajouter un petit peu de glycérine quand on veut conserver des insectes au corps dur : cela les empêchera de devenir cassants dans le conservateur.
On prépare la solution en mélangeant d'abord :

Alcool éthylique	170 ml
Formol (formaldéhyde à 40%)	60 ml
Eau	280 ml

Puis, juste avant l'emploi, on ajoute 20 ml d'acide acétique concentré.

F.A.A. (Formaldéhyde, Alcool, Acide Acétique) : Voici un bon conservateur pour animaux et végétaux. Il durcit les tissus végétaux. On peut y conserver les tissus pendant des années. Il faut tuer et durcir les tissus des feuilles dans cette solution en les y laissant 24 heures; les brindilles de bois doivent y rester une semaine. Bien des petits animaux peuvent y être conservés. On n'a pas besoin de rincer les tissus après qu'ils aient été conservés dans cette solution.
Pour la préparer, mélangez :

Alcool éthylique (95%)	50 ml
Formaldéhyde (40%)	10 ml
Acide acétique concentré	2 ml
Eau distillée	40 ml

Conservateur pour plantes vertes : Cette solution empêche la décoloration de la chlorophylle des tissus végétaux.
Ajoutez assez de sulfate de cuivre au F.A.A. (voir ci-dessus) pour saturer la solution. On peut conserver les échantillons dans ce conservateur indéfiniment, bien qu'il soit plus sage de renouveler la solution tous les ans.

Fixateur de Zenker : Il s'agit là d'un fixateur très utilisé pour les travaux histologiques, mais il faut l'utiliser avec précautions car il est dangereux de l'inhaler. Les instruments en acier se corrodent dedans et perturbent ses propriétés de conservateur. De plus, il n'est pas très stable; on ne doit préparer que de petites quantités à la fois.
Avec précautions, mélangez :

Dichromate de potassium	2.5 g
Eau	100 ml
Chlorure de mercure	15 g
Sulfate de sodium	1 g
Acide acétique concentré	5 ml

Après avoir fait tremper l'échantillon pendant 24 heures dans le fixateur, rincez-le à l'alcool à 70% pendant 24 heures avant de l'utiliser.

Fixateur de Flemming : Voici un bon fixateur pour une étude histologique précise. On doit y laisser tremper les tissus pendant au moins 24 heures, puis il faut les rincer dans de l'alcool à 70% pendant encore 24 heures.

Pour le préparer, mélangez :

Acide osmique (1%)	10 ml
Acide chromique (10%)	3 ml
Eau	19 ml
Acide acétique concentré	2 ml

Fluide de Gate : Fixateur à utiliser surtout pour les tissus végétaux, il sert à mettre en évidence les chromosomes des bouts de racines. On y fait tremper les échantillons pendant 24 heures et on les rince ensuite à l'eau courante pendant deux heures. Mélangez :

Acide chromique	0.7 g
Acide acétique concentré	0.5 ml
Eau	100 ml

Fixateur de Kleinenberg : Voici un fixateur recommandé pour les embryons de poulet et pour beaucoup de petits organismes marins. Il faut y laisser tremper les tissus pendant 10 heures, puis on les rince à l'alcool à 70% pendant 1 heure. On le prépare en ajoutant de l'acide picrique à une solution aqueuse à 2% d'acide sulfurique jusqu'au point de saturation.

Formol : Cette solution concentrée est une solution à 40% de gaz formaldéhyde dans l'eau. Quand on utilise le formol comme fixateur, on dilue la solution concentrée à 10% dans de l'eau (solution à 10% de formol).

5. Autres solutions

Albumine de Mayer : On l'utilise comme colle pour maintenir les tissus ou les protozoaires sur la lame mince afin qu'ils ne s'en détachent pas pendant le processus de déshydratation-coloration.

Pour préparer la solution concentrée :

Blanc d'oeuf	50 ml
Glycérine	50 ml

Un cristal de thymol (ou 1 g de salicylate de sodium)

Secouez vigoureusement afin de mélanger des bulles d'air à la solution. Quand elles sont remontées à la surface, enlever l'écume. Ce liquide se conserve de 2 à 4 mois. Au moment de l'utiliser, ajoutez-en 3 gouttes à 60 ml d'eau distillée. Avec un doigt très propre, étalez-le en une fine couche sur une lame propre avant d'y déposer votre spécimen à étudier.

Baume du Canada : Il est utilisé pour fixer définitivement la lamelle à la lame afin de protéger la préparation. Il est légèrement acide et il faut le neutraliser avec du carbonate de sodium quand on a affaire à des colorants basiques.

Méthylcellulose : On utilise cette solution pour ralentir l'activité des protozoaires. On la prépare en faisant dissoudre 10 g de méthylcellulose dans 90 ml d'eau. Déposez un petit cercle de cette solution sur une lame et remplissez-le avec du liquide de culture des protozoaires. Tandis que la solution de méthylcellulose diffuse vers le centre, les organismes ralentissent leur activité.

Solution à la gélatine : On peut aussi utiliser une solution gélatineuse à 2% ou 3% pour ralentir les protozoaires. On la prépare en faisant dissoudre la gélatine dans de l'eau froide que l'on met à chauffer doucement pour favoriser la dissolution. Sur la lame, on ajoute une goutte (refroidie) de la solution à une goutte de liquide de culture.

Oxalate de potassium ou de sodium : On utilise l'un et l'autre de ces produits pour empêcher la coagulation du sang des mammifères. On les prépare en ajoutant 0.1 g de l'un ou de l'autre à 100 ml de sang.

Anticoagulant du sang : Ajoutez 200 mg (0.2 g) de citrate de sodium à 10 ml de sang.

B) TECHNIQUE DE CONSERVATION DE SPECIMENS VEGETAUX DANS DU PLASTIQUE

Voici un bon moyen de conserver des fleurs et des feuilles. Les morceaux de plantes, placés dans une feuille de plastique, peuvent être exposés et examinés facilement. On peut aussi les étudier avec une loupe ou sous l'objectif le moins puissant du microscope.

1) Ramassez les fleurs avec quelques feuilles et laissez-les tremper dans de l'huile de ricin pendant 24 heures.
2) Placez fleur et feuilles entre des pages de papier journal ou des feuilles de papier buvard sous la presse à plantes pendant 24 heures. Si vous n'avez pas de presse à plantes, mettez les fleurs au milieu de beaucoup de feuilles de papier. Placez une planche par-dessus et posez de grosses pierres sur la planche.
3) Rincez les fleurs dans du xylol pendant trois heures pour enlever l'huile de ricin et pour ramollir la plante. Disposez les fleurs comme vous désirez qu'elles le soient sous la feuille plastique. Sous la presse, laissez sécher la plante pendant vingt-quatre heures.
4) Recouvrez la plante d'une couche de vernis. Laissez bien sécher.
5) Placez les fleurs sur une feuille de plastique; laissez au moins 1" tout autour de la plante. Recouvrez avec une autre feuille de plastique et repassez avec un fer doux pour coller les bords. Les plantes sont maintenant protégées et, pendant plusieurs années, conserveront leurs couleurs naturelles.

C) TECHNIQUE DE PREPARATION DES SQUELETTES DE FEUILLES

Préparez la solution suivante en faisant bouillir ensemble :

Eau	500 ml
Oxyde de calcium	56.6 g
Carbonate de sodium	113 g

Quand la solution a refroidi, on la filtre; elle est alors prête à l'emploi.

Immergez les feuilles pendant deux minutes dans cette solution et laissez-les bouillir lentement jusqu'à ce qu'elles deviennent brun foncé. Mettez-les sur un plateau et frottez-les avec une brosse douce pour enlever le tissu. Si celui-ci ne se détache pas bien, refaites bouillir. Faites blanchir les squelettes dans une solution préparée avec 1 litre d'eau et 1 cuillérée à soupe de chlorure de calcium. Laissez-les sécher.

D) RAMASSAGE ET CONSERVATION DES ANIMAUX

1. Ramassage et observation des formes aquatiques

Les petits animaux aquatiques tels que les larves d'insectes, les crustacés et le plancton se ramassent à l'épuisette. Une épuisette est constituée d'un sac fait avec un tissu très fin. L'ouverture de ce sac doit être renforcée par un fil de fer solide qui s'attache à un manche en bambou de trois pieds de long. Trempez ce filet dans une mare ou un puits. Placez les spécimens récoltés dans un plat blanc peu profond ou sur du papier blanc. Observez-les avec une loupe et classez-les.

Remplissez de grands bocaux ou des seaux bien propres avec de l'eau et un peu de vase de la mare. Ajoutez-y quelques plantes aquatiques (celles-ci peuvent être transportées jusqu'au laboratoire dans du journal humide, si on les replonge rapidement dans l'eau de la mare dès qu'on est arrivé).

Quand la boue s'est bien déposée au fond du bocal, on peut identifier les spécimens nageurs avec une loupe. On peut les attraper à l'aide d'une petite pipette. On y trouvera des larves de moustiques, de libellules, de demoiselles et d'éphémères et aussi des daphnies (mouches d'eau). Des microorganismes se rassemblent à différents niveaux dans l'eau. Pour effectuer un inventaire rapide des habitants du fond de l'eau et de ceux de surface, placez quelques lamelles propres au fond du bocal et laissez-en flotter quelques unes à la surface. Laissez-les toute une

nuit et, le lendemain, vous y trouverez plein d'organismes collés dessus. Retirez précautionneusement les lamelles avec des pinces; posez-les, avec une goutte d'eau, sur des lames propres et étudiez-les au microscope. Si vous grattez la surface des feuilles immergées et si vous examinez au microscope ce que vous avez gratté, vous trouverez probablement des protozoaires (tels que vorticelles), des amibes, des vers plats, des oeufs d'insectes, des rotifères et quelques escargots. Cassez des branches gonflées, pourries, qui ont été submergées. Essayez d'y trouver des escargots, des planaires et des hydres.

Les différents spécimens seront répartis dans différents bocaux pleins d'eau de mare afin d'être étudiés plus tard en classe. Couvrez tous ces bocaux pour diminuer l'évaporation et maintenez-les à la lumière tamisée.

2. Tableau des méthodes de ramassage et de conservation des animaux (d'après Turtox service leaflet 2, General Biological Supply House,Inc, Chicago)

Animal	Où le chercher	Appareil utilisé	Comment le tuer	Fixateur	Conservateur
Eponges d'eau douce	En été, sur bois immergé (branche)	Scalpel ou couteau à lame plate	Alcool 70% le changer quand il décolore	Alcool 70%	Alcool 70%
Hydra	Canaux,lacs, réservoirs, rivières, fixées à végétation, pierres, feuilles tombées.	Couteau à lame plate ou scalpel et pipette	Solution de Bouin chauffée inondant spécimen de la base au péristome; ou bien utilisez le menthol.	Solution de Bouin	Alcool 70%
Planaires d'eau douce	Ruisseaux, réservoirs, canaux, en eau claire	Foie frais placé dans l'eau	Menthol; ou étendre sur lame et inonder de sublimé corrosif ou fixateur de Gilson	Sublimé corrosif ou fixateur de Gilson	Alcool ou formol
Ténia	Intestins de chiens, chats, lapins, moutons	Scalpel et pinces	Tremper en eau froide; entourer animal autour d'un support pour l'allonger. Immerger dans formol à 10%	Formol ou fixateur de Bouin	Alcool ou formol

Ascaris	Intestins des porcs, chevaux, chats ou chiens	Scalpel et pinces	Tremper quelques instants dans eau à 98°C	Formol à 5% ou sublimé corrosif saturé	Alcool ou formol à 5%
Rotifères	Sur plantes ramassées dans puits, réservoirs	Pipette	Anesthésier dans sol.de sulfate de magnésium ou cristaux de menthol	Quand les cils ne bougent plus, ajouter quelques gouttes d´acide osmique	Laver à l´eau et garder dans formol à 10%
Pectinatella et plumatella (bryozoaires)	Fixées sur racines, feuilles, rochers, dans ruisseaux, surtout fin automne	Scalpel	Quand sont étalées, inonder de fix. de Bouin bouillant	Fix.Bouin	Alcool à 70%
Vers de terre	Au printemps, par nuits de pluie, sur terrains de golf et prairies	Lampe torche et seau	Placer les vers dans de l´eau et anesthésier en ajoutant lentement de l´alcool	Formol à 5%	Formol à 5%
Sangsues	Retirer à la main de l´ animal-hôte ou passer filet parmi herbes dans mares et ruisseaux	Epuisette	Anesthésier dans chlore-tone ou du sulfate de magnésium ou bien asphyxier dans boite fermée	Injecter du formol à 10% puis immerger dans même position étendue	Formol à 8%
Ecrevisses	Ruisseaux, mares, lagunes; dans l´eau ou enfouies dans boue	Epuisette seine, ou bêche	Placer animal vivant dans alcool ou formol à 8%	Alcool à 7% ou formol à 8%	Alcool à 70% ou formol à 8%
Tiques et mites	Bétail,chiens, chevaux; vieux fromages et matière organique en décomposition	Papier blanc et brosse pour ôter spécimens des animaux parasités	Placer dans alcool à 70%	Alcool à 70%	Alcool à 70%

Scolopendre et Mille-pattes	Sous les débris de bois et sous les pierres	Pinces	Solution de Carl	Solution de Carl injectée dans cavité abdominale	Sol. de Carl
Insectes	Forêts, prés, eau, air, partout	Filet, pinces etc. selon espèce récoltée	Pour séchage: en pots; Pour conservation dans un liquide: dans l'alcool	Alcool, sol.Carl, hydrate de chloral, solution spéciale	Alcool à 70%, Sol.Carl ou séchage
Limaces	Endroits humides, sous feuilles, bois tombé, pierres	Aucun	Anesthésier dans eau bouillie refroidie et tremper complètement dans formol ou alcool	Alcool ou formol	Alcool à 70% ou formol à 8%
Escargots aquatiques	Canaux, réservoirs, ruisseaux, mares, lacs; surtout dans végétation	Epuisette et grattoir pour le filet	Anesthésier dans eau chaude plus sulfate de magnésium ce qui les fait s'allonger; puis tremper dans formol à 10%	Formol à 10%	Formol à 8%
Coquillages	Réservoirs, canaux, lacs; à demi enfouis dans le fond	Pour de grandes quantités utilisez une drague	Placez petits bâtons entre les deux valves et tremper dans formol à 10%	Formol à 10%	Formol à 8%
Lamproies	On peut les trouver dans filets de pêche, mais pour grandes quantités, attendre saison de reproduction dans ruisseaux	Seine	Retirez de l'eau pendant quelques mn, puis injecter formol à 10% dans corps	Formol à 10%	Formol à 8%
Poissons	Ruisseaux, lacs, canaux, réservoirs	Filets, seines, lignes selon l'espèce	Tremper dans formol pur	Formol à 10%	Formol à 8%

Grenouilles	Prairies ou marécages	Filet	Piquer à l'éther ou immerger dans alcool à 80%	Injecter formol à 5% dans le corps et tremper dans formol à 5%	Formol à 5%
Oeufs de grenouilles	Eau peu profonde début du printemps quand commencent à chanter	Bocaux	Mettre dans fixateur	Formol à 8%	Formol à 8%
Salamandres	Lieux humides des bois, mares, rivières, réservoirs	Crochet et ligne ou filet	Piquer à l'éther ou immerger dans alcool à 80%	Formol à 5%	Injecter formol à 5% dans le corps
Reptiles	Bois, prés, dunes, etc. selon l'espèce	Fourche pour serpents venimeux; filet pour tortues et formes aquatiques	Piquer à l'éther et immerger dans alcool à 70%	Formol à 10%	
Oiseaux et petits mammifères	A peu près partout	A des fins taxidermiques: carabine de calibre 12 et cartouches de petit plomb (n°8 ou 12)	On utilise la peau des oiseaux; on enlève l'intérieur et on saupoudre la peau d'arsenic; on bourre alors la peau de coton, puis on laisse sécher		
Grands mammifères			Asphyxier au gaz ou noyer si animal est vivant	Embaumer ou piquer au formol à 8% dans le corps et les grands muscles	Formol à 8%

3. Ramassage des insectes

Pour cela, les filets à papillons sont très utiles. Ils doivent être faits dans un nylon ou une mousseline à mailles très fines ; on les coud en forme de sac avec une ouverture d'à peu près un pied de diamètre. La profondeur du filet doit être au moins le double du diamètre et le rebord doit être solide. Le manche en bambou doit avoir de 3 à 6 pieds de long.

Quand vous chassez les insectes avec un filet, tordez celui-ci pour coincer les insectes dans le fond. Puis, mettez-les dans un bocal pour les tuer (voir paragraphe suivant). Quand vous capturez des spécimens volants ou des lépidoptères aux aîles fragiles, ceux-ci sont susceptibles, en se débattant dans le filet, d'abimer leurs aîles. Vous pouvez empêcher cela en mettant une goutte d'éther ou de chloroforme au fond du filet. Ensuite, placez-les dans le bocal.

Quand vous ramassez des arachnides et autres formes au corps mou, vous trouverez commode d'utiliser de petites fioles, car ces animaux doivent être conservés immédiatement dans de l'alcool. Emportez quelques fioles (bouteilles de médicaments, flacons de pénicilline) remplies d'alcool à 70%. Les animaux au corps mou devront donc être transférés directement du bocal où on les tue dans les fioles d'alcool.

4. Bocaux dans lesquels on tue les animaux

Ces bocaux contiennent, en général, du cyanure de potassium. Ces cristaux sont toxiques et on doit les manipuler avec précautions parce que leurs émanations sont très dangereuses. On doit faire extrêmement attention quand on utilise ce produit chimique.

Sans les toucher, répartissez les cristaux de cyanure dans le fond d'un bocal à grande ouverture; couvrez-les d'une couche de plâtre de Paris sec et bien tassé. Recouvrez le tout d'une couche de plâtre de Paris humide. La couche sèche absorbera l'humidité provenant des sécrétions des insectes capturés.

On peut utiliser un autre type de bocal, moins dangereux. Disposez au fond d'un grand bocal à large ouverture des élastiques ou des morceaux de chambre à air de bicyclette. Puis, imbibez le caoutchouc avec du tétrachlorure de carbone. Couvrez avec un coton et tassez un peu. Pour maintenir le coton en place, recouvrez-le d'un cercle taillé dans un carton. Puisque les émanations ne durent pas aussi longtemps que celles du cyanure, soulevez le carton et ajoutez, de temps en temps, un peu de tétrachlorure de carbone.

Quand vous placez de grands spécimens aux aîles fragiles dans le bocal, ils vont se débattre furieusement, puisque les émanations agissent lentement. Pour empêcher que leurs aîles ne s'abiment, mouillez un coton avec du chloroforme ou de l'éther et mettez-le dans le bocal.

5. Naturalisation des insectes

Il vaut mieux naturaliser les animaux aussitôt après leur mort, parce que, au fur et à mesure que le temps passe, les insectes deviennent fragiles et les antennes, les pattes et les aîles se cassent facilement. Si les insectes sont déjà cassants avant que vous les naturalisiez, vous pouvez les mettre à ramollir dans un bocal. Puis, vous les placerez sur une planche pour étendre leurs aîles.

Pour fabriquer un bocal de ramollissement pour insectes, disposez, au fond d'un bocal à grand goulot, une épaisseur de coton humide. Ajoutez quelques gouttes d'acide carbolique pour prévenir la croissance de moisissures. Recouvrez d'un papier buvard. Placez l'insecte sur le buvard et fermez le goulot. Au bout de 24 heures, les insectes sont suffisamment ramollis pour qu'on les naturalise ou qu'on leur étende les aîles sur une planche. Néammoins, il faut les manipuler avec soin car ils ne sont pas aussi souples que lorsqu'ils venaient d'être tués. On naturalise les papillons, les libellules et les demoiselles les aîles grandes ouvertes. On peut n'étaler qu'une aîle des sauterelles pour faire voir les couleurs et les dessins de l'aîle postérieure (Cela est souvent nécessaire pour identifier les différents types de sauterelles). On étend également les aîles des cigales, des hémérobes et des mouches de Dobson avant de les naturaliser.

6. Comment étaler les aîles des insectes

L'étaloir consiste en deux morceaux de bois tendre, de 3" de large, séparés l'un de l'autre par un espace d'1/4". Ces deux morceaux de bois sont presqu'à plat et ne présentent qu'une très légère pente (5°) vers la gouttière centrale. Celle-ci doit être juste assez large pour contenir le corps d'un insecte tel qu'une sauterelle ou une mite. Sous cette gouttière se trouve un morceau de liège ou quelques feuille de papier buvard de telle sorte qu'on puisse y épingler le corps de l'insecte. On épingle les libellules, les demoiselles, les phryganes, les papillons et les mites par le milieu du thorax, les sauterelles, les mouches, les abeilles, les guêpes et autres insectes du même genre légèrement à droite du milieu du thorax. On n'épingle pas les scarabées par le thorax mais à travers l'aîle droite.

On dispose les pattes comme elles le sont quand l'insecte est vivant. On maintient les aîles en position grâce à des feuilles de papier (plus grandes que les aîles) épinglées au bois par-dessus les aîles : on fixe les épingles dans le papier autour des aîles. Le temps qu'il faut à un insecte pour sécher dépend de la grosseur du corps et peut varier d'un à sept jours.

Remarquez que les aîles sèchent en position légèrement recourbée. Quand la naturalisation sera terminée, le poids des aîles les fera légèrement retomber.

7. Exposition des insectes

Quand les insectes sont secs, on peut les transférer dans la boite de collection. On doit épingler l'étiquette avec la même épingle qui transperce le thorax de l'insecte. L'étiquette (un petit papier de 1/4" x 1/2") doit mentionner le nom de l'insecte, le lieu et la date du ramassage.

Les très petits coléoptères, tels que les charançons, sont trop petits pour être épinglés. Il faut les coller à un petit morceau de papier rigide et léger.

Les petits insectes fragiles, comme les moustiques, doivent être épinglés par le milieu du thorax à un petit morceau de liège; on fixe alors le liège au moyen d'une autre épingle au tableau de collection.

Pour protéger vos insectes des parasites qui peuvent les attaquer, chauffez quelques épingles et passez-les à travers des morceaux de paradichlorobenzène. Vous en mettrez un morceau dans deux coins opposés de votre boite de collection.

E) MILIEUX DE CULTURES BIOLOGIQUES ET SOLUTIONS NUTRITIVES

1. Solution de Knop pour daphnies

Avec cette méthode, on prépare une solution concentrée à 6% (voir ci-dessous). Pour un emploi immédiat, ajoutez 5 litres d'eau distillée à cette solution. On a maintenant une solution diluée à 0.1%. Si besoin est, on peut la diluer encore avec 4 litres d'eau distillée. Même cette solution faible permettra à des daphnies de survivre si on ajoute au milieu de culture des algues non-filamenteuses et si on le place en pleine lumière jusqu'à ce que l'eau se colore en vert. Une fois par semaine environ, ajoutez un peu de jaune d'oeuf dur et un peu de levure en poudre.

Combinez les ingrédients suivants avec 1 litre d'eau distillée et versez dans plusieurs bocaux :

KNO_3	1g
$MgSO_4$	1g
K_2HPO_4	1g

Puis ajoutez 3g de nitrate de calcium, $Ca(NO_3)_2$. Il se forme un précipité de phosphate de calcium, $Ca_3(PO_4)_2$.

2. Méthode de Chipman pour daphnies

Chipman recommande la méthode suivante pour faire la culture des daphnies. On utilise un riche "bouillon" de Bacillus coli en guise de nourriture.

D'abord, filtrez un peu d'eau de la mare à travers un papier-filtre. Puis ajoutez environ 90g de terre de jardin et 17g de farine de graines de coton pour 1 litre d'eau de mare filtrée. Mélangez et laissez reposer pendant 5 jours à température ambiante. Une fermentation a lieu et du gaz se dégage. Décantez le fluide qui surnage et filtrez-le à travers une mousseline. Ce qui reste est une culture presque pure de Bacillus coli. Rectifiez le pH à 7.2 en ajoutant du carbonate de sodium. Maintenant, diluez ce fluide avec de l'eau de la mare (1 partie de fluide filtré pour 100 parties d'eau). Ajoutez-y les daphnies. Conservez ces cultures dans de grands bocaux. Chaque semaine, préparez de nouveaux stocks de farine de graines de coton. Puis ajoutez une petite quantité du vieux milieu de culture chaque fois que vous renouvelez le milieu. De cette façon, on obtient une multiplication du type originel de bactéries.

3. Milieux de culture pour bactéries

a) Bouillon au concentré de viande :

Combinez les ingrédients suivants avec 1 litre d'eau distillée:

Extrait de boeuf	3g
Peptone	10g
NaCl	5g

Chauffez lentement jusqu'à 65°C, tout en remuant afin que tous les ingrédients soient dissous. Puis filtrez à travers du papier ou du coton et rectifiez le pH à 7.2 (ou jusqu'à 7.6) en ajoutant un peu de bicarbonate de sodium, c'est à dire jusqu'à obtenir une réaction basique avec le papier de tournesol. Versez la préparation dans des tubes à essai avec un entonnoir jusqu'à 1/3 de leur hauteur, puis bouchez les tubes avec du coton. Enfin, stérilisez-les dans un autoclave à une pression de 15 livres pendant 15 minutes. Cette quantité est suffisante pour préparer 3 douzaines de tubes à essai.

b) Concentré de viande à l'agar-agar :

On peut épaissir un bouillon avec de l'agar-agar ou de la gélatine. Par exemple, préparez le bouillon d'extrait de viande précédemment décrit. Puis, pour 1 litre de bouillon, ajoutez 20 à 30g d'agar-agar. Chauffez lentement jusqu'à ce que l'agar-agar soit dissous. Puis mettez le bouillon dans l'autoclave à une pression de 15 livres pendant 15 minutes. Filtrez la solution à travers du coton et ramenez le pH à environ 7.5; stérilisez de nouveau (le point d'ébullition de l'agar-agar est 99°C; il se solidifie à 39°C).

c) Culture sur pomme de terre :

Utilisez un appareil à fabriquer des bouchons pour tailler des cylindres dans de grosses pommes de terre pelées et lavées. Coupez les cylindres en oblique pour obtenir des morceaux en biseau et laissez-les tremper dans de l'eau courante toute une nuit pour réduire leur acidité. Dans plusieurs tubes à essai, placez un morceau de pomme de terre (ou bien mettez des tranches de pomme de terre dans des plats de Petri couverts). Ajoutez 3 ml d'eau distillée dans chaque

tube et bouchez-les avec un coton non-absorbant. Placez ces tubes, bien droits, dans un panier métallique en évitant de les serrer trop. Enfoncez bien les bouchons de coton afin qu'ils ne sautent pas. Stérilisez les tubes dans un autoclave ou une cocotte-minute à une pression de 15 livres pendant 20 minutes. Assurez-vous que vous avez bien laissé l'air s'échapper de la cocotte avant de refermer la valve. Si les élèves utilisent un bain-marie, laisser bouillir une heure.

4. Milieux de culture pour drosophiles

a) Culture sur farine de mais : On utilise, là aussi, l'agar-agar. Faire dissoudre 15 g d'agar-agar dans 750 ml d'eau et chauffer. Puis ajouter 100 g de farine de ma.s et remuer sans cesse. Quand le tout bout, ajouter 135 ml de sirop de ma.s ou de molasse. Faire bouillir à feu doux pendant environ 5 minutes. Puis verser dans des bouteilles ou des flacons stérilisés, et boucher les récipients avec du coton ou des bouchons. Cette quantité est suffisante pour remplir 25 bouteilles.
Si vous le désirez, vous pouvez stériliser ces bouteilles à une pression de 15 livres pendant 20 minutes ou bien vous pouvez y ajoutez un anti-fongique.

b) Culture sur banane : Faire bouillir 1.5 g d'agar-agar dans 47.8 ml d'eau en remuant bien pour le faire dissoudre . Ajoutez-y 50 g de pulpe de banane (écrasée à la fourchette ou passée à la moulinette). Vous pouvez, si vous voulez, y ajouter un tout petit peu d'anti-fongique (ce peut être une très petite quantité de Methyl Parasepts en solution à 0.15%; si vous en mettez trop, il empêchera le développement des levures ce qui ralentira celui des mouches). Chauffez de nouveau presque jusqu'à ébullition. Puis versez rapidement dans des bouteilles ou des flacons jusqu'à une hauteur de 1/4". (Il vaut mieux avoir stérilisé les bouteilles auparavant). Puis introduisez dedans une bande de papier tant que le milieu est encore mou; cela donnera un peu plus de place pour pondre les oeufs et pour la nymphose. Couvrez les bouteilles avec un coton entouré de mousseline. Placez les bouteilles en position penchée pour augmenter la surface de liquide et laissez-les refroidir dans un endroit frais.

Si vous voulez, vous pouvez introduire le milieu de culture dans les bouteilles avec un entonnoir afin de ne pas éclabousser leurs parois intérieures.

Juste avant d'introduire les mouches, ajoutez deux à trois gouttes d'une riche suspension de levure; ou bien une pincée de levure sèche qui se dissoudra dans le fluide de la surface.

c) Culture sur semoule de blé : On n'utilise pas d'agar-agar cette fois. Mesurez 17.5 ml d'eau, 11.5 ml de molasse et 10.3 g de semoule de blé dur. Versez la molasse dans les 2/3 de la quantité d'eau et portez à ébullition. Mélangez la semoule au 1/3 d'eau froide qui reste et versez dans le mélange eau + molasse en train de bouillir. Portez de nouveau à ébullition. Versez ce milieu de culture dans des bouteilles stérilisées,

ajoutez-y des bandes de papier, fermez les bouteilles et laissez-les en position penchée.

5. Engrais pour plantes acidophiles

Préparez une livre du mélange suivant et ajoutez-y 5 pieds cubiques de sciure :

$(NH_4)_2SO_4$	26 parties
Superphosphate	31 parties
Potasse	190 parties

Mélangez le tout, moitié pour moitié, avec du terreau.

F) SOLUTIONS BIOLOGIQUES

1. Solutions révélatrices de produits nutritifs

a) Solution de Lugol = recherche de l'amidon :
Faire dissoudre 10 g d'iodure de potassium dans 100 ml d'eau distillée. Ajouter 5 g d'iode. Verser une goutte de cette solution sur le produit à tester. L'apparition d'une couleur bleu-noir indique la présence d'amidon.

b) Solution de Benedict = recherche des sucres simples :
En présence de sucres simples, il se forme, quand on chauffe, un précipité jaune ou rougeâtre d'oxyde de cuivre. On peut acheter la solution ou bien on peut la préparer en faisant dissoudre 173 g de citrate de sodium (ou de potassium) et 200 g de carbonate de sodium (sous forme cristalline) dans 700 ml d'eau distillée. Filtrer. Faire dissoudre 17.3 g de sulfate de cuivre cristallin dans 100 ml d'eau. Lentement, mélanger les deux solutions. Ajouter de l'eau distillée pour faire un litre et laisser refroidir.

c) Solutions de Fehling = recherche des sucres simples :
Au produit qui doit être testé, on ajoute des quantités égales des deux solutions de Fehling et on chauffe. En présence de sucre, il se forme un précipité jaune ou rougeâtre. Vous achèterez ces solutions ou vous les préparerez chacune séparément.

Solution I	Eau distillée	500 ml
	$CuSO_4$	35 g
Solution II	Eau distillée	500 ml
	KOH	125 g
	Tartrate de sodium et potassium	173 g

d) Réactif de Million = révélateur de protéines :
On prépare la solution concentrée en faisant dissoudre 100 g de mercure dans 200 ml d'acide nitrique (poids spécifique: 1.42). Juste avat l'emploi, diluer la solution dans 3 fois son volume d'eau distillée. Faire couler quelques gouttes du réactif sur le produit à tester. Chauffer à feu très doux. En présence de protéine, il se forme un précipité rouge.

2. Absorbeurs et indicateurs

a) Solution au pyrogallate de potassium = pour absorber l'oxygène:
On utilise cette solution pour ôter l'oxygène d'une petite quantité d'air emprisonné.
Pesez et mélangez 1 partie d'acide pyrogallique
5 parties d'hydroxyde de potassium
30 parties d'eau
Si vous souhaitez ôter l'oxygène d'un bocal, placez-y un petit flacon de cette solution et fermez le bocal. Conservez cette solution dans un flacon hermétiquement fermé.

b) Hydroxyde de potassium = pour absorber le gaz carbonique :
On l'utilise en pastilles ou bien sous forme de solution préparée à partir de quelques pastilles dissoutes dans l'eau. Il sert à absorber le CO_2 de l'air. Disposez-le de telle manière que les plantes ou les animaux ne puissent entrer en contact avec lui.

c) Papier au chlorure de cobalt = indicateur d'humidité :
On utilise ce papier pour démontrer la transpiration des feuilles. A une feuille, on attache du papier-filtre couvert de chlorure de cobalt et entouré de cellophane pour l'isoler de l'air. Le chlorure doit être bleu quand on l'utilise; au contact de l'eau, il vire au rose.
Pour préparer ces bandes de papier, plongez du papier-filtre dans une solution aqueuse à 5% de chlorure de cobalt. Epongez-le entre deux feuilles de papier-filtre. Séchez-le dans un four à 40°C. Découpez le papier aux dimensions voulues. Pour une utilisation immédiate, séchez-le rapidement dans un tube à essai au-dessus d'une flamme jusqu'à ce qu'il vire du rose au bleu. On conserve ce papier dans des bouteilles à grand goulot, bien fermées et contenant une couche de chlorure de calcium anhydre recouvert de coton.

d) Chlorure de calcium anhydre = pour absorber l'humidité :
On chauffe le chlorure de calcium pour en ôter toute l'eau. Les cristaux, refroidis, absorbent rapidement l'humidité de l'air. On peut retraiter ce produit quand il a absorbé de l'eau et qu'il est devenu "crayeux" et tendre.

3. Solutions salines

a) Solution de Ringer pour tissus de grenouille :
Cette solution et les tissus de grenouille étant isotoniques, on l'utilise commme conservateur temporaire de tissus vivants. Un coeur de grenouille bat pendant plusieurs heures après qu'on l'ait extrait de l'animal si on le conserve dans cette solution.
Pour la préparer, faire dissoudre les sels suivants dans un litre d'eau distillée :

$CaCl_2$	0.12 g
KCl	0.14 g
NaCl	6.50 g
$NaHCO_3$	0.20 g

b) Solution de Ringer pour tissus de mammifères :
On utilise cette solution comme conservateur temporaire des tissus vivants que l'on veut étudier. Les tissus de mammifères et cette solution sont isotoniques.
Ajoutez les sels suivants à un litre d'eau distillée :

$CaCl_2$	0.25 g
KCl	0.42 g
NaCl	9.00 g
$NaHCO_3$	0.20 g

c) Solution physiologique pour animaux à sang froid :
On l'utilise comme fluide de préparation des lames temporaires humides. Dans cette solution, les cellules des animaux à sang froid ne rétrécissent ni ne gonflent. Il s'agit d'une solution à 0.7% de chlorure de sodium dans de l'eau distillée : faites dissoudre 0.7 g de NaCl dans 100 ml d'eau distillée.

d) Solution physiologique pour animaux à sang chaud :
On l'utilise comme fluide de préparation pour animaux à sang chaud. Préparez une solution à 0.9% de chlorure de sodium en faisant dissoudre 0.9 g de NaCl dans 100 ml d'eau distillée. Les sels suivants, selon les quantités indiquées, ajoutés à 1 litre d'eau distillée, permettent le maintien de la solution à un pH de 7.38 :

NaH_2PO_4	28.81 g
$NaHPO_4$	125.00 g

e) Solution de Hayem :
On l'utilise comme diluant dans la préparation du sang pour la numération globulaire. On peut l'utiliser également comme teinture pour frottis sanguins si on y a ajouté 0.05 g d'éosine. Avant de préparer le frottis, mêlez 1 partie de sang à 100 parties de cette teinture; puis préparez le frottis sur une lame propre.
Pesez ces sels et ajoutez-les à 100 ml d'eau distillée :

$HgCl_2$	0.25 g
Na_2SO_4	2.50 g
NaCl	0.50 g

4. Quelques solutions très utiles

a) Solution acide d'amidon :

Quand vous avez besoin de cette solution et juste avant de vous en servir, ajoutez 5 gouttes d'acide nitrique jaune (contenant de l'acide nitreux) à 10 ml d'une solution d'amidon.
Une autre méthode consiste à ajouter 1 ml d'une solution diluée de $NaNO_2$ et 1 ml d'H_2SO_4 dilué à 10 ml d'une solution d'amidon juste avant l'emploi.

b) Colle d'amidon :

Pour vérifier la réaction enzymatique, mélangez une petite quantité d'eau froide à 1 g d'amidon pour en faire une pâte. Puis ajoutez cela à 100 ml d'eau bouillante; sans cesser de tourner, faites bouillir quelques instants; laissez refroidir. Voilà une concentration convenant à un emploi courant dans les expériences de digestion salivaire (solution à 1%).

c) Solution sucrée (sucrose) :

Faites dissoudre 34.2 g de sucrose dans 1/2 l d'eau. Rajoutez de l'eau pour faire 1 litre. Ajoutez du toluène comme conservateur. On a une solution dosée à 0.1 mole par litre.

d) Lubrifiant pour bouchon :

La glycérine empêche le verre pilé de coller; elle est également utile pour rendre hermétique toute fermeture de flacons contenant une substance insoluble dans la glycérine (telle que l'éther).

e) Eau de chaux :

Elle sert à prouver la présence de gaz carbonique.
A de l'eau distillée ajoutez beaucoup d'hydroxyde de calcium ou d'oxyde de calcium. Fermez la bouteille; secouez bien; laissez reposer pendant 24 heures. Videz le fluide qui surnage (filtrez si nécessaire) et conservez bien bouché.
L'eau de chaux devrait rester claire. Quand on y ajoute du CO_2, il se forme un précipité laiteux de carbonate de calcium

$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3$$

$$Ca(OH)_2 + H_2CO_3 = CaCO_3 + 2H_2O$$

f) Solution à la caillette

Préparez une solution à 0.1% en pilant 1 g de caillette et en y ajoutant 50 ml d'eau pour former une pâte légère. Ajouter de l'eau jusqu'à obtenir 1 litre.

G) MAQUETTES

1. Imitation d'une cellule vivante

Matériel nécessaire:

Eau	500 ml
Sulfate de cuivre	43 g
Ferrocyanure de potassium ou d'ammonium	1 ou 2 cristaux

Méthode de préparation :

Versez 500 ml d'eau dans un flacon en verre (ou une grande bouteille au goulot coupé). Faites-y dissoudre 43 g de sulfate de cuivre. Il se forme généralement un précipité laiteux. On peut empêcher cela en y ajoutant quelques gouttes d'H_2SO_4. Ajoutez un cristal de ferrocyanure d'ammonium ou de potassium. On peut alors observer la croissance, et aussi d'autres caractéristiques, d'une cellule vivante.

Comment cela marche-t-il ?

Il se forme une mince couche de ferrocyanure de cuivre sur le cristal. Le phénomème dit "de diffusion" provoque une augmentation de pression qui étire puis craquèle la "peau". Le ferrocyanure entre de nouveau en contact avec la solution sulfatée; il se forme une nouvelle peau qui referme les craquelures. Ce processus se répète jusqu'à ce que tout le cristal se soit dissout. L'accroissement peut aller jusqu'à 4". Quand le cristal est dissout, il ne peut plus refermer les petites craquelures; il se déchire et se ratatine lentement. Cette cellule chimique réagit à des stimuli extérieurs exactement comme s'il s'agissait d'une cellule vivante. Elle croît vers le haut, même si la base s'en va de biais. A la lumière solaire, le point de croissance paraît vert. Si on perce la cellule, le trou se referme.

Problème : Comment peut-on arrêter la croissance de cette cellule chimique?

2. Cire à modeler pour modèles biologiques

Cire blanche	20 parties
Térébenthine	4 parties
Vermillon (Ingilikom)	2 parties
Huile de sésame	1 partie

Faire fondre la cire. Ajouter lentement la térébenthine tout en tournant; puis l'huile de sésame. Ajoutez enfin le vermillon.

3. Pâte à modeler pour modèles biologiques

Argile ou terre à foulon (kaolin)
Vaseline/glycérine

Choisissez de la bonne argile. Mélangez-la à de l'eau dans un seau jusqu'à obtention d'une pâte crémeuse. Filtrez-la à travers un linge épais. Etalez des journaux dans un plateau en bambou et versez-y la pâte filtrée. Laissez sécher complètement. Passez l'argile sèche au tamis. Vous obtenez une poudre d'argile très fine presqu'exempte de tout sable. Mélangez-la avec de la glycérine petit à petit jusqu'à ce que vous obteniez une pâte malléable. Pétrissez-la bien. Vous pouvez y ajouter un petit peu de vaseline si elle est trop dure. Cette pâte ne sèche jamais. Vous pouvez l'utiliser et la réutiliser sans cesse pour la confection de modèles.
(Si vous utilisez de la terre à foulon, vous pouvez la mélanger directement à la glycérine).

T E C H N I Q U E S D E T R A V A I L

E N C H I M I E

* * *

A) SOLUBILITE A L'EAU DE QUELQUES PRODUITS CHIMIQUES

1. Produits solubles dans l'eau
2. Produits insolubles dans l'eau

B) PREPARATION DES SOLUTIONS

1. Force d'une solution
2. Pourcentage en volumes
3. Solutions molaires
4. Solutions normales
5. Conversion des solutions molaires
6. Molarités des acides ou des bases achetés
7. Solutions étalons d'acides et de bases
8. Solutions utiles à avoir en réserve

C) pH ET INDICATEURS DE pH

1. pH d'une solution
2. Valeurs du pH de quelques solutions acides et basiques (tableau)
3. Indicateurs
4. Solutions d'indicateurs de pH
5. Intervalles de réaction de certains indicateurs colorés
6. Solutions tampons

D) EXPERIENCES SPECTACULAIRES

1. L'oxygène enflamme une paille
2. Activation d'un feu par aspersion d'eau
3. Feux chimiques
4. Explosifs innoffensifs
5. Chaleur de réaction
6. Hyposulfite de soude pour enlever les tâches
7. Papier buvard pour enlever les tâches d'encre
8. Préparation d'une encre à partir de thé

E) CHROMATOGRAPHIE SUR PAPIER

A) SOLUBILITE A L'EAU DE QUELQUES PRODUITS CHIMIQUES

1. Produits solubles dans l'eau

* Composés du sodium, du potassium et de l'ammonium
* Sulfates et chlorures (excepté les chlorures d'argent et de mercure; le chlorure de plomb n'est que légèrement soluble)

2. Produits insolubles dans l'eau

* Phosphates, carbonates, oxydes, sulfures, sulfites et silicates (excepté ceux de sodium, potassium et ammonium)
* Hydroxydes (excepté ceux de sodium, ammonium et potassium; les hydroxydes de calcium, de barium et de strontium sont légèrement solubles)

B) PREPARATION DES SOLUTIONS

1. Force d'une solution

Dans la pratique courante, quand on prépare une solution diluée, telle qu'une solution à 1% de chlorure de sodium, on ajoute à 100 ml d'eau 1 g de sel. En réalité, on obtient une concentration légèrement inférieure à 1%. Quand on veut une concentration de 10%, l'écart devient trop grand. Alors, pour obtenir une solution à 10% de chlorure de sodium, avec une précision assez grande pour convenir à des expériences ordinaires, on met 10 g de sel dans un verre gradué; puis on ajoute de l'eau jusqu'à la graduation 100 ml.

2. Pourcentage calculé sur les volumes

Pour préparer une solution dont la concentration est calculée en volume, commencez par mesurer (en ml) le volume de la solution qui a le plus haut pourcentage . Mesurez un volume de cette solution égal, en nombres de millilitres, au pourcentage désiré pour la solution finale. Par exemple, si vous avez de l'alcool à 70% et que vous vouliez préparer de l'alcool à 50%, mesurez d'abord 50 ml d'alcool à 70%. Puis ajoutez assez d'eau distillée pour obtenir un volume égal, en ml, au pourcentage de la solution initiale (dans cet exemple: 70 ml)

3. Solutions molaires

Une solution molaire est une solution contenant une molécule-gramme de substance dissoute par litre de solution (et non de solvant). Pour préparer une solution molaire, il faut

faire dissoudre dans l'eau, ou tout autre solvant, un nombre de grammes égal au poids moléculaire de la substance et étendre à un litre. Par exemple, le chlorure de sodium a une masse molaire de 58.45. Une solution molaire de chlorure de sodium contient 58.45 g de chlorure de sodium dans un litre de solution. On peut aussi diluer des solutions molaires; on peut avoir, par exemple, une solution dosée à 0.1 mole/litre, etc... Une solution de chlorure de sodium à 0.4 mole/l contient: 58.45 x 0.4 = 23.38 g de NaCl.

4. Solutions normales

Un gramme-équivalent d'une substance dans 1 litre de solution donne une solution normale du composé. Un gramme-équivalent est la quantité de substance qui équivaut à 1 atome-gramme d'hydrogène.
Par conséquent, la solution normale d'un acide contient un atome-gramme d'hydrogène en réaction par litre de solution. Toute autre solution normale peut alors remplacer ou réagir quantitativement avec un volume égal de solution.
Pour préparer des solutions normales, regardez la formule de l'acide, de la base ou du sel à dissoudre. S'il s'y trouve soit un atome d'hydrogène, soit un groupe hydroxyle, soit un ion quelconque qui peut se combiner avec un atome d'hydrogène ou un groupe hydroxyle, une solution normale est la même qu'une solution molaire. Quand il s'y trouve 2 atomes d'hydrogène, comme dans H_2SO_4, une solution normale contient deux fois moins d'acide sulfurique qu'une solution molaire parce qu'il y a 2 grammes-équivalents dans chaque mole.
En général, une solution normale se prépare en faisant dissoudre dans un litre de solution une quantité d'acide, de base ou de sel déterminée de la façon suivante :

$$\frac{\text{Nombre de grammes nécessaires pour avoir une solution molaire}}{\text{Nombre d'ions } H^+ \text{ de la molécule}}$$

ou

$$\frac{\text{Masse molaire (en g) de la substance}}{\text{Valence}}$$

5. Conversion des solutions molaires

Vous avez une solution molaire d'acide chlorhydrique. Vous voulez préparer 50 ml de solution dosée à 0.1 mole/litre.
Méthode : Prenez 1/10 du volume désiré de la solution la plus concentrée, puis ajoutez assez d'eau distillée pour obtenir le volume recherché. Dans l'exemple ci-dessus, prenez 5 ml de la solution molaire d'HCl et étendez à 50 ml avec de l'eau. Vous avez alors une solution d'HCl dosée à 0.1 mole/l.

Pour diluer une solution, vous pouvez le faire de la façon suivante :
Vous avez une solution de NaCl contenant 40 g de sel par litre et vous voulez la diluer à 10 g/litre. Prenez une certaine quantité de la solution concentrée et ajoutez-y de l'eau jusqu'à obtenir un volume final égal à 4 fois le volume initial de la solution concentrée. Dans l'exemple ci-dessus, si vous diluez 20 ml de la solution concentrée, le volume final doit être: 4 x 20 = 80 ml de solution à 10 g/l.
Principe de la méthode :

1 litre x 40 g/l = 4 litres x 10 g/l

c'est-à-dire:

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

6. Molarité des acides ou des bases achetés

Exemple 1 : Une mole d'HCl a une masse de 36.5 g. Donc, 3.65 g d'HCl dans un litre de solution représente une solution décinormale d'HCl.
Cependant, il s'agit de 3.65 g de chlorure d'hydrogène anhydre dans 1 litre de solution et non de 3.65 g d'acide chlorhydrique concentré disponible au laboratoire. Comment pouvons-nous déterminer le volume d'HCl concentré qui contiendra 3.65 g de chlorure d'hydrogène? On peut le faire à partir du dosage indiqué sur l'étiquette de la bouteille d'HCl concentré. Supposons que la concentration de l'HCl soit 38.15% du poids total. Son poids spécifique est 1.2. Un millilitre de solution a une masse de 1.2 g dont 38.15% est HCl. Un ml contient :

0.3815 x 1.2 = 0.45780 g d'HCl

Le volume de solution nécessaire pour donner 3.65 g d'HCl est :

$$\frac{3.65}{0.4578} = 7.97 \text{ ml d'HCl concentré}$$

Exemple 2 : Pour calculer la masse d'acide sulfurique dans 1 ml de solution achetée en bouteille, on procède ainsi :

Masse de H_2SO_4 = densité x % du poids

$$= \frac{1.84 \text{ g}}{\text{ml}} \times 0.96 = \frac{1.83}{\text{ml}}$$

Un litre de solution contient :

$$\frac{1.803}{\text{ml}} \times \frac{1000}{1} = \frac{1803}{1} \text{ g}$$

Puisqu'une mole d'H_2SO_4 = 98 g, pour trouver la molarité de la solution, divisez la masse dissoute dans 1 litre de solution par la masse d'une mole :

$$M = \frac{1803 \times \text{Mole}}{98 \text{ g}} = 18.4$$

Puisque la masse d'un gramme-équivalent d'H_2SO_4 est 49 g, on calcule la normalité de la solution achetée de la même manière que la molarité excepté que la masse d'H_2SO_4 par

litre de solution est divisée par la masse équivalente d'acide:

$$N = \frac{1803 \times \text{Gramme-équivalent}}{49\ g} = 36.8$$

7. Indicateurs colorés courants

Hydroxyde d'ammonium : Utilisez une solution de NH_4OH dosée à 15 moles/l . Si vous en étendez 400 ml à 1 litre, vous obtenez une solution dosée à 6 moles/l; si vous diluez 167 ml de cette solution dans un litre, cela vous donne une solution molaire.

Acide chlorhydrique : La solution concentrée d'HCl est celle qui contient 12 moles/l. Pour en préparer une deux fois moins concentrée, prenez 100 ml de la première solution, et ajoutez 100 ml d'eau.
Pour préparer une solution dosée à 0.1 mole/l, ajoutez 167 ml de la solution précédente à 1 litre d'eau.

Acide nitrique : La solution concentrée d'HNO_3 est celle qui contient 16 moles/litre. Pour préparer une solution d'HNO_3 à 6 moles/l, mélangez 375 ml de la première solution avec 625 ml d'eau.

Acide sulfurique : La solution concentrée est celle qui contient 18.4 moles/litre. Pour préparer des solutions à 3 ou 6 moles/litre, ajoutez 167 ml de la solution concentrée à environ 500 ml d'eau, puis étendez à 1 litre.
Note:Ajoutez l'acide à l'eau lentement tout en remuant.
Pour préparer une solution normale, étendre à 1 litre 167 ml de la solution à 3 moles/l .

Acide acétique : L'acide acétique glacial à 99.5% est une solution qui contient 17 moles par litre. Si vous en étendez 353 ml à un litre, vous obtenez une solution à 6 moles/l. Si vous en étendez 59 ml à un litre, vous obtenez une solution molaire.

Hydrate de soude : Faites dissoudre 200g de NaOH dans de l'eau et étendez à 1 litre; vous avez une solution dosée à 5 moles/l.

8. Solutions utiles à avoir en réserve

Chlorure d'ammonium : On dissout une masse formulaire dans de l'eau et on étend la solution à 1 litre (solution molaire).

Hydrate de chaux : Placez du $Ca(OH)_2$ solide dans dans un grand flacon avec un siphon. Remplissez-le d'eau, agitez et laissez reposer. Siphonez le liquide clair quand vous en avez besoin. Rajoutez de l'eau pour remplir le flacon à nouveau (solution dosée à 0.02 moles/litre).

Eau de Javel : Faites réagir du $KMnO_4$ et une solution d'HCl dosée à 12 moles/litre. Faites passer le gaz qui se dégage à travers de l'eau.

Sulfate de cuivre : Faites dissoudre 125 g de $CuSO_4$-$5H_2O$ dans un litre d'eau (0.5 moles/l).

Perchlorure de fer : Faites dissoudre 27 g de $FeCl_3$-$6H_2O$ dans un litre d'eau.

Nitrate de cobalt : On fait dissoudre 49.5 g de $Co(NO_3)_2$-$6H_2O$dans un litre d'eau; on obtient une solution à 2.2 moles/l.

Iode : Mettez 12.7 g d'iode et 53 g d'iodure de potassium dans 200 ml d'eau. Etendez à 1 litre et vous avez une solution à 0.1 mole/l.

Acétate de plomb : Faites dissoudre 37.9 g de sel hydraté dans de l'eau et étendez à 1 litre. Vous avez une solution à 0.1 mole/l.

Tournesol : Faire dissoudre 10 g de poudre de tournesol dans 100 ml d'eau. Etendre à 1 litre.

Nitrate de plomb : Faire dissoudre 33.1 g de nitrate de plomb dans de l'eau et étendre à 1 litre (solution de $Pb(NO_3)_2$ dosée à 0.1 mole/l)

Chlorure de mercure : Faire dissoudre 27.3 g de chlorure de mercure par litre d'eau ce qui donne 0.1 mole/l.

Acide oxalique : Faire dissoudre 63 g d'acide hydraté dans un peu d'eau et étendre à 100 ml ce qui donne une solution à 0.5 moles/litre.

Ferrocyanure de potassium : Pour une solution dosée à 0.1 mole/litre, faire dissoudre 42.2 g de $K_4Fe_4(CN)_4$-$3H_2O$ par litre.

Ferricyanure de potassium : Dans un peu d'eau, faire dissoudre 32.9 g du sel et étendre à 1 litre; on obtient 0.1 mole de $K_3Fe(CN)_6$-$3H_2O$/litre.

Bromure de potassium : Pour une solution dosée à 0.1 mole/litre, faire dissoudre 11.9 g de sel par litre.

Hydrate de potassium : On fait dissoudre 56.1 g de KOH par litre pour obtenir une solution dosée à 0.1 mole par litre.

Iodure de potassium : 16.1 g par litre donne une solution à 0.1 mole/l.

Nitrate de potassium: 10.1 g par litre donne une solution à 0.1 mole/l.

Nitrate d'argent : Pour obtenir une solution à 0.1 mole/l, faire dissoudre 17 g de $AgNO_3$ dans un litre. Note: on doit conserver la solution dans une bouteille de couleur brune.

Carbonate de sodium : Pour obtenir une solution dosée à 0.1 mole/l, on fait dissoudre 106 g de carbonate de sodium dans 200 ml d'eau et on étend à 1 litre.

Chlorure de sodium : Pour obtenir une solution molaire de NaCl, faire dissoudre 58.3 g par litre.

Solution saturée de chlorure de sodium : Ajoutez environ 37 g de NaCl à 100 ml d'eau ; si la solution n'est pas saturée, ajoutez un peu de sel.

Solution à 0.1 mole/l de chlorure de sodium : Faire dissoudre 5.85 g de NaCl dans de l'eau et étendre à un litre.

Solution molaire d'Hydrate de soude : Faire dissoudre 40 g de NaOH dans 200 ml d'eau; étendre à 1 litre.

Bicarbonate de soude : Pour une solution molaire, faire dissoudre 84 g de $NaHCO_3$ par litre.

Hyposulfite de soude : (solution molaire). Faire dissoudre 248 g de $Na_2S_2O_3$-$5H_2O$ par litre.

Solution molaire de Stannichlorure : Faire dissoudre 35.1 g de $SnCl_4$-$5H_2O$ dans 167 ml d'une solution d'HCl dosée à 12 moles/l en chauffant un peu et étendre à un litre

Stannochlorure : (solution à 5 moles/l). Faire dissoudre 113 g de $SnCl_2$-$2H_2O$ dans 125 ml d'une solution d'HCl dosée à 12 moles/l en chauffant jusqu'à dissolution complète. Etendre à 1 litre. Pour empêcher l'oxydation, placer un petit morceau d'étain dans la solution.

C) pH ET INDICATEURS DE pH

1. Le pH d'une solution

On définit la valeur du pH comme le logarithme du nombre de litres de solution nécessaires pour obtenir 1 g d'ions hydrogène. L'eau pure est légèrement ionisée; pour trouver 1 g d'ions hydrogène (autrement dit : un ion-gramme), il faut 10 000 000 litres . C'est à dire que la concentration en ions hydrogène est 1/10 000 000 d'un gramme par litre. Une autre façon de l'exprimer est de dire que la concentration est de 10^{-7} ions H^+ par litre. C'est pourquoi on dit que le pH de l'eau pure est 7; on le définit comme le point neutre sur l'échelle des valeurs de pH.

Puisque la concentration en ions-gramme H^+ dans une solution décinormale d'H_2SO_4 est $10^{-1.2}$, on dit que son pH est 1.2. On a 1 g d'ions H^+ dans 10 000 000 000 000 (10^{13}) litres d'une solution normale de NaOH. La concentration dans un litre est donc de 1/10 000 000 000 000 ou 10^{-13} d'ions-gramme d'hydrogène et son pH est 13.

On dit que le pH est une mesure de l'acidité ou de l'alcalinité d'une solution; une solution neutre ayant un pH de 7. Les solutions acides ont un pH < 7 et les solutions alcalines ont un pH > 7. Si on ajoute un acide à de l'eau pure, la concentration en ions H^+ augmente et le pH diminue.

2. Tableau des valeurs du pH de quelques solutions acides et basiques à une concentration de 0.1 N

ACIDES	pH	BASES	pH
Force décroissante		Force croissante	
Acide chlorhydrique	1.0	Bicarbonate de soude	8.4
Acide sulfurique	1.2	Borax	9.2
Acide phosphorique	1.5	Ammoniaque	11.1
Acide sulfureux	1.5	Carbonate de soude	11.3
Acide acétique	2.9	Phosphate trisodique	12.0
Alun	3.2	Silicate de sodium	12.2
Acide carbonique	3.8	Chaux (saturée)	12.3
Acide borique	5.2	Hydrate de soude	13.0

3. Indicateurs

Ce sont des teintures utilisées pour tester le pH d'une solution. Comme le contenu en ions H^+ d'une solution change, on peut mesurer les variations sur l'échelle des valeurs du pH au moyen de certains indicateurs. Remarquez que les indicateurs les plus utilisés lors des expériences sont ceux qui indiquent une variation du pH de part et d'autre du point neutre (7).

4. Solutions d'indicateurs de pH

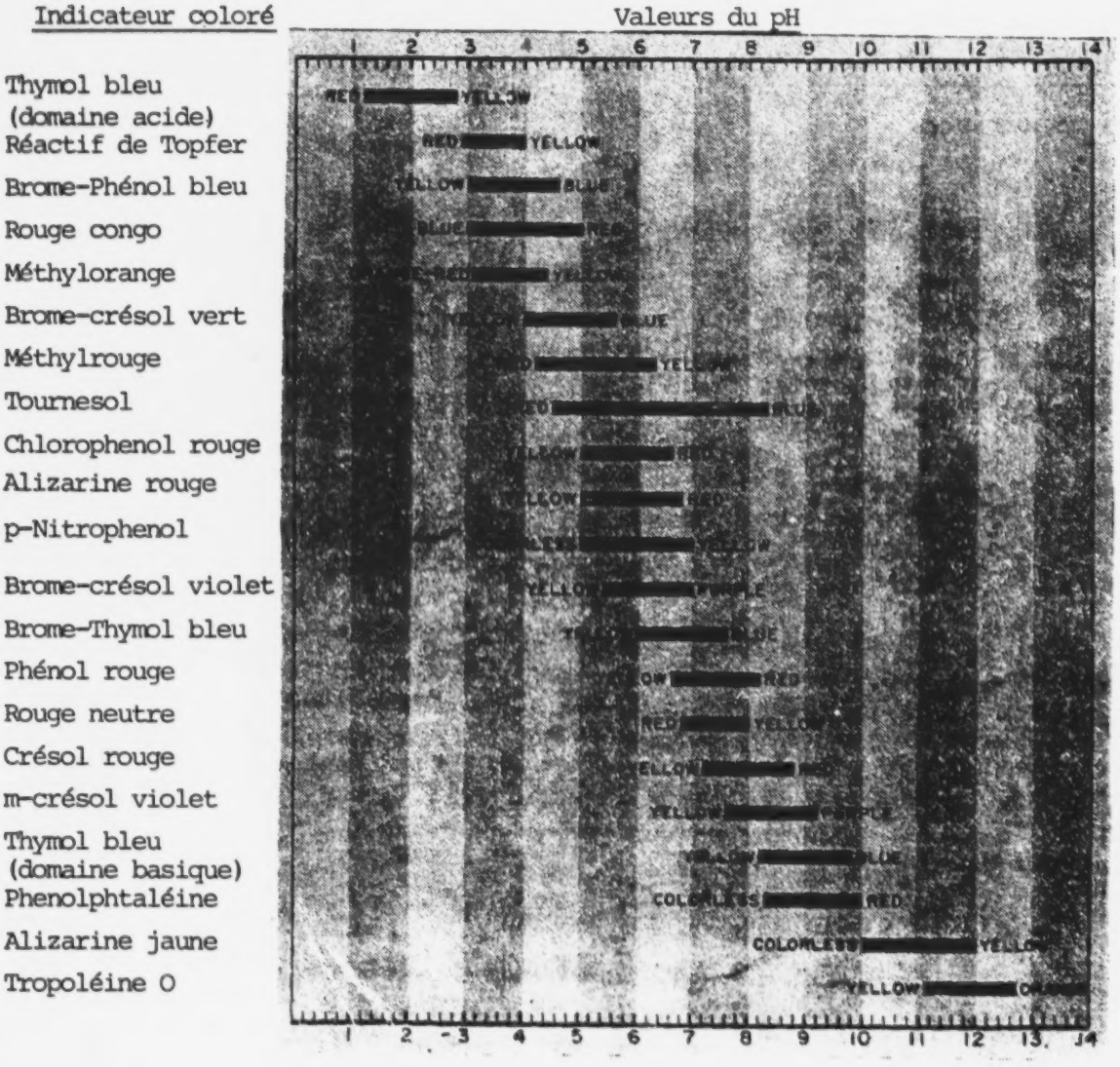
Rouge alizarine : une solution aqueuse à 1%
Brome-thymol bleu : Ajouter 0.04 g de poudre de thymol au brome à 614 ml d'une solution centinormale de NaOH; ajouter 20 ml d'alcool absolu. Etendre à 100 ml avec de l'eau distillée. Au moment de l'emploi, ajouter 1 ml de cette solution dans 9 ml de la solution que vous voulez tester.

Rouge congo : Solution à 0.5% dans l'alcool à 50%
Méthylorange : Solution aqueuse à 0.02%
Méthylrouge : Solution à 0.02% dans l'alcool à 50%
Phénolphtaléine : Préparer une solution à 0.5% dans de l'alcool en dissolvant 0.5 g de phénolphtaléine dans 100 ml d'alcool à 95%. Pour des expériences très précises, on peut utiliser une solution à 0.1%.

On peut préparer les indicateurs de la liste ci-dessous de la manière suivante :
Ecrasez dans un mortier 0.05 g de l'indicateur voulu dans le volume indiqué de la solution centinormale de NaOH. Etendez à 125 ml avec de l'eau distillée (augmentez les proportions si vous voulez une plus grande quantité de solution).

Brome-crésol vert : 7.2 ml de NaOH (en sol. centinormale)
Brome-crésol violet : 9.3 ml
Brome-phénol bleu : 7.5 ml
Brome-thymol bleu : 8.0 ml
Chlorophénol rouge : 11.8 ml
Crésol rouge : 13.1 ml
Métacrésol violet : 13.1 ml
Phénol rouge : 14.1 ml
Thymol bleu : 10.8 ml

5. Intervalles de réaction de certains indicateurs colorés



RED = ROUGE YELLOW = JAUNE BLUE = BLEU ORANGE = ORANGE

PURPLE = VIOLET COLORLESS = INCOLORE

6. Solutions tampons

Un tampon est une substance qui, ajoutée à une solution, prévient un changement de pH. C'est une solution qui contient une concentration relativement haute de sels-tampons et qui tend à maintenir le pH constant.
Le pH d'une solution faiblement acide ou alcaline, en présence des sels qui conviennent, tend à rester constant, même si on y ajoute d'autres ions. Dans une solution d'acide acétique contenant une assez forte concentration d'acétate de sodium, la concentration en ions H^+ ne varie pas de façon sensible. De même, la concentration en ions hydroxyles dans une solution d'eau ammoniaquée reste constante si la solution contient une forte concentration de chlorure d'ammonium.
Les sels utilisés de cette façon sont appelés "tampons".
Ils sont souvent utilisés en chimie et en physiologie. Le sang humain est tamponné de façon à maintenir un pH d'environ 7.3. Si un changement prononcé a lieu, cela mène à de sérieux troubles des fonctions normales et même à la mort.
On peut préparer une solution tampon biologique en ajoutant les sels suivants à 1 litre d'eau distillée :

NaH_2PO	28.81 g
Na_2PO_4	125 g

D) EXPERIENCES SPECTACULAIRES

1. L'oxygène enflamme une paille

Matériel:
1 - Peroxyde d'hydrogène
2 - Dioxyde de manganèse
3 - Allumettes
4 - Tube à essai de 6"
5 - Paille de balai

Expérience:
Versez, sur environ 1" de hauteur, du peroxyde d'hydrogène dans le tube à essai. Puis, ajoutez une pincée de carbone et de dioxyde de manganèse. Le liquide dans le tube va siffler et faire des bulles. Le dioxyde de manganèse décompose le peroxyde d'hydrogène en eau + oxygène. Les bulles sont des bulles d'oxygène. Allumez une paille de balai et éteignez-la de façon à ce que ne subsiste qu'un point incandescent. Jetez la paille dans le tube, elle s'enflamme.

2. Activation d'un feu par aspersion d'eau

Mélangez des quantités égales d'aluminium et de cristaux d'iode. Posez le mélange sur une pierre ou une surface dure. Aspergez de quelques gouttes d'eau. Une réaction violente libére des nuages de fumée violette.

3. Feux chimiques

Expérience 1

Permanganate de potassium
Glycérine

On place la poudre de permanganate de potassium sur du papier blanc. On verse dessus 5 ou 6 gouttes de glycérine. Le permanganate de potassium oxyde la glycérine. La chaleur dégagée est si intense que le papier s'enflamme. Si l'une des deux substances est chauffée un peu, la réaction sera immédiate. Cette expérience n'est pas spectaculaire dans une pièce sombre.

Expérience 2

Un cristal d'iode
Un petit morceau de phosphore blanc

Sur un papier blanc, on place le morceau de phosphore blanc; on le met en contact avec le cristal d'iode présenté sur une spatule. Les deux éléments se combinent pour former du triodure de phosphore et du pentaiodure de phosphore. La chaleur de la réction est suffisante pour enflammer le papier.

Expérience 3

Sucre de canne cristallisé
Chlorate de potassium en poudre
Acide sulfurique concentré

Posez les ingrédients en poudre sur du papier. Ajoutez l'acide sulfurique. Le sucre est carbonisé par l'acide sulfurique et ce carbone est oxydé par le chlorate de potassium.

4. Explosifs innoffensifs

Matériel:

Iode
Iodure de potassium
Eau ammoniacale

Mélangez 3 g d'iodure de potassium et 5 g d'iode dans 50 cc d'eau. Ajoutez 20 cc d'ammoniaque et remuez jusqu'à ce que plus aucun précipité ne se forme. Filtrez. Retirez le résidu solide humide et mettez-le sur du papier buvard. Laissez sécher à l'ombre pendant 6 heures. Taillez le papier buvard en morceaux. Ceux-ci explosent violemment à la moindre pression. Ne faites pas de piles de cristaux plus grosses qu'1 g.

Une autre méthode consiste à laisser tremper les cristaux d'iode dans l'ammoniaque pendant toute une nuit. Le lendemain, on filtre et on fait sécher lentement le précipité et les particules solides. Répandez les cristaux sur le sol.

Dans les deux cas, de l'azote se forme; il explose au moindre toucher en raison de son instabilité.

5. Chaleur de réaction

On a besoin d'égales quantités de permanganate de potassium et d'acide citrique. On les mélange sur un morceau de papier. On ajoute une goutte ou deux d'eau. L'eau est l'agent qui déclenche la réaction chimique. L'acide s'oxyde et la réaction dégage une chaleur intense. On utilise cette réaction pour cautériser la blessure d'une piqûre de scorpion.

6. Hyposulfite de soude pour enlever les tâches

Expérience 1

Dans un verre rempli au quart d'eau claire, versez 10 gouttes de teinture d'iode et mélangez. La couleur est jaune clair. Ajoutez 1/2 cuiller à café d'hyposulfite et mélangez à nouveau. Le liquide perd instantanément sa couleur jaune et devient transparent.

Expérience 2

Mettez une goutte ou deux d'iode sur du tissu. Quand la tâche est sèche, trempez le tissu dans une solution d'hyposulfite de soude. La tâche disparaîtra.

7. Papier buvard pour enlever les tâches d'encre

Matériel:

Alcool	4 parties
Acide oxalique	1 partie

Immergez du papier blanc poreux dans la solution. Laissez-le sécher sur un fil. Avant l'emploi, humidifiez-le. Il permet d'ôter les tâches d'encre.

8. Préparation d'une encre à partir de thé

Matériel:

Feuilles de thé
Sulfate ferreux

Versez une tasse d'eau dans une petite casserole et faites bouillir. Retirez du feu et ajoutez 1/2 cuillérée à café de feuilles de thé. Laissez tremper 5 minutes. L'acide tannique des feuilles passe dans l'eau. Retirez les feuilles de l'eau. Ajoutez-y une autre 1/2 cuillérée à café de feuilles de thé et recommencez l'opération. Répétez à nouveau. Puis ajoutez 1 g ou 1.5 g de sulfate de fer ferreux. Mélangez bien jusqu'à dissolution complète. Laissez agir toute une nuit et filtrez.

E) CHROMATOGRAPHIE SUR PAPIER

La chromatographie est une méthode facile de séparation des composants d'une solution. On peut la pratiquer quantitativement mais, en classe, on la pratique généralement de manière qualitative.

Une des procédures est d'utiliser un disque de papier filtre de 8" de diamètre et qui présente deux fentes parallèles, séparées d'1 cm, de part et d'autre du centre du disque. On plie alors cette bande de façon à former une mèche que l'on trempe, sur 1 cm seulement, dans un bécher contenant la solution. Le reste du disque recouvre l'ouverture du bécher.

Si on ne dipose que d'une petite quantité de solution, on peut utiliser la méthode suivante: prenez une solution concentrée de différentes encres et tracez une ligne ou un point sur la mèche du papier filtre, 1" au dessus du niveau de la solution. Si vous n'avez pas de disque de papier, utilisez une longue bande de papier filtre en guise de mèche et laissez-la pendre de sorte qu'elle trempe dans la solution sur une longueur d'1" environ.

Sur le disque de papier, la séparation des composants sera rendue visible par l'apparition de cercles colorés concentriques.

Sur la bande de papier, des raies de différentes couleurs apparaissent. La séparation est dûe à la différence des vitesses de diffusion des divers composants. Les molécules les plus rapides sont celles qui sont le plus loin de la solution.

En chimie, on peut facilement effectuer la séparation de diverses teintures ou encres. Quelques teintures se séparent en plusieurs pigments. On peut séparer en différentes couleurs des mélanges de teintures. Les solvants qu'on utilise généralement dans ces expériences sont soit de l'eau, soit un milieu légèrement acide.

En biologie, une expérience populaire est la séparation des pigments d'une plante. Le carotène, la xanthophylle et la chlorophylle des feuilles vertes se séparent en bandes distinctes. Il existe deux méthodes pour extraire les pigments d'une feuille. La première consiste à écraser 10 g de feuilles dans 20 ml d'acétone. Celui-ci dissout les pigments (le solvant dans le bécher doit donc être de l'acétone). La deuxième méthode utilise de l'alcool méthylique ou éthylique. Faire bouillir d'abord les feuilles dans l'eau pendant 5 minutes pour les ramollir par rupture des parois cellulaires. Puis on les fait tremper dans l'alcool chaud pendant 5 minutes. Dans ce cas, le solvant sera de l'alcool.

T E C H N I Q U E S D E T R A V A I L

E N P H Y S I Q U E

***

A) COMMENT ETAMER UN MIROIR

1. Première méthode
2. Deuxième méthode
3. Etamage à la canne à sucre

B) ACCESSOIRES UTILES

1. Lampe au sodium
2. Lubrifiant solide
3. Pile sèche
4. Détermination de la polarité électrique

C) DEFINITIONS

1. Définitions et formules
2. Unités acoustiques et définitions
3. Unités de chaleur et définitions
4. Quelques données de mécanique
5. Unités de photométrie et d'optique - définitions
6. Equivalence entre les systèmes d'unités
7. Valeurs décimales de fractions courantes
8. Quelques constantes
9. Constantes terrestres
10. Masses atomiques
11. Différences de poids dans l'air et dans le vide
12. Densité de divers solides
13. Tension superficielle
14. Force électromagnétique approchée des piles
15. Pression de l'air saturé en vapeur d'eau (en mm de mercure)
16. Humidité relative d'après un thermomètre sec et un thermomètre humide
17. Conductivité thermique de quelques gaz (à 0°C)
18. Dilution de quelques acides (en volumes)
19. Règles générales concernant le comportement des métaux et de certains composés
20. Alphabet grec

A) COMMENT ETAMER UN MIROIR

BUT : Fabriquer des miroirs plans, concaves et convexes.

1. Première méthode

a) Matériel:

Nitrate d'argent
Eau distillée
Hydroxyde d'ammonium
Tartrate de sodium et potassium

b) Préparation des solutions:

Solution I : Faites bouillir 237 ml d'eau distillée et ajoutez 776 mg de nitrate d'argent et 776 mg de tartrate de sodium et potassium. Laissez bouillir pendant 6 à 7 minutes; laissez refroidir et filtrez. Versez le résidu dans une bouteille de couleur brune et étiquetez-la comme étant la "Solution I".

Solution II : Mesurez 237 ml d'eau distillée. Versez-en un peu dans un verre avec 583 mg de nitrate d'argent. Remuez jusqu'à complète dissolution. Ajoutez quelques gouttes d'ammoniaque jusqu'à ce que la solution devienne transparente. Rajoutez 1.4 g de nitrate d'argent et remuez jusqu'à dissolution. Versez-y le reste de l'eau distillée et filtrez à travers un entonnoir en verre. Conservez la solution dans une bouteille en verre fumé et posez une étiquette "Solution II".

c) Méthode d'étamage:

Miroir convexe : Nettoyez un verre de montre à l'ammoniaque et essuyez-le avec un torchon propre et humide. Dans un petit gobelet en verre, versez 6 ml de chacune des solutions I et II. Mélangez bien. Versez ce mélange dans le verre de montre et placez le tout sur un bain d'eau chaude. Quand la précipitation est achevée, enlevez le verre de montre de l'eau et laissez-le refroidir. Au bout d'un certain temps, videz le liquide en surplus et faitez sécher le verre de montre. Puis, doucement, lavez-le à l'eau courante. Passez une couche de vernis mêlé à du plomb rouge par dessus la couche argentée.

Miroir concave : Choisissez un gobelet de verre dont le fond ait un diamètre un peu plus grand que le diamètre du verre de montre. Placez ce dernier dans le gobelet, face convexe en l'air. Couvrez-le entièrement d'un mélange à parts égales des solutions I et II. Chauffez le gobelet dans un bain d'eau chaude. Quand la précipitation est terminée, jetez le liquide et, sur la couche d'argent, passez une couche de plomb rouge mêlé de vernis.

2. Deuxième méthode

Mélangez 25 g de nitrate d'argent et 29.6 ml d'eau distillée. Prenez 7.5 ml de cette solution. Ajoutez de l'ammoniaque jusqu'à ce que le liquide devienne transparent. Ajoutez 104 ml d'eau distillée et 80 gouttes de formaldéhyde à 40%. Avec ce mélange, étamez le verre. Il n'est pas nécessaire de chauffer. Le récipient dans lequel vous ferez l'étamage doit être en bois et être doublé de cire de bougie ; le verre à étamer ne doit qu'effleurer la solution.

3. Etamage à la canne à sucre

Solution réductrice : Il faut la préparer une semaine avant l'emploi.

Eau distillée	700 ml
Pur sucre de canne	80 g

Mélangez jusqu'à disolution complète. Ajoutez:

Alcool	175 ml
Acide nitrique concentré	3 ml

Solution d'étamage :

Nitrate d'argent	6.7 g
Eau distillée	67 ml

Mélangez jusqu'à dissolution complète. Versez dans une bouteille.

Potasse caustique	3.35 g
Eau distillée	33 ml

Mélangez jusqu'à dissolution complète. Versez dans une autre bouteille.

Méthode : Versez dans la solution de nitrate d'argent quelques gouttes d'une solution diluée d'ammoniaque jusqu'à formation d'un précipité. Faites dissoudre ce précipité en ajoutant de la potasse; le précipité ne doit pas être complètement dissous et la solution doit virer au brun. Nettoyez bien votre verre de montre et rincez-le à l'eau distillée. Posez-le sur un plat ou une assiette.
Mesurez une quantité de solution réductrice égale à peu près au 1/4 du volume de la solution que vous venez de préparer. Mélangez bien. Versez ce mélange sur le verre.
Le mélange vire d'abord au noir, puis au brun et finalement au gris. Le processus prend 15 minutes. Retirez le miroir, rincez-le à l'eau et essuyez-le avec du papier absorbant propre.

B) ACCESSOIRES UTILES

1. Lampe au sodium

Trempez un papier dans une solution saturée de sodium et laissez-le sécher. Entourez-le autour du bec bunsen, attaché avec un bout de fil de fer et de façon à ce qu'il effleure la flamme. Quand la cendre du papier tombe, rehaussez-le pour qu'il se retrouve en contact avec la flamme. Le sodium brûle en donnant une flamme d'une intensité considérable.

2. Lubrifiant solide

Faites fondre de la paraffine et ajoutez de la poudre de graphite en quantité suffisante pour absorber, en s'humidifiant, la paraffine liquide. Laissez refroidir et taillez en bâtonnets quand le mélange est encore malléable. Quand on frotte ce lubrifiant sur les surfaces concernées, il en diminue vraiment les frictions. Il est particulièrement utile pour les surfaces non-métalliques. Si vous fabriquez une petite charrette à roues pour les expériences sur les lois du mouvement, ce lubrifiant vous sera extrêmement utile pour réduire les frictions entre l'axe et la roue.

3. Pile sèche

Première méthode :

Mélangez NH_4Cl 8 volumes
$HgCl$ 1 " "
HCl 1 " "

Puis ajoutez-y du NaCl pour faire une pâte. On peut soit l'utiliser entre des électrodes de carbone et de zinc, soit en remplir des récipients en zinc avec une tige de carbone au milieu.

Deuxième méthode :

Dans un récipient en zinc, placez une tige de carbone que vous entourez de MnO_2; puis, bouchez l'espace restant avec un mélange de

ZnO 1 volume
NH_4Cl 1 " "
plâtre de Paris 3 " "
$ZnCl_2$ 1 " "
Eau 2 " "

4. Détermination de la polarité électrique

Humidifiez du papier filtre avec une solution à 1% de phénolphtaléine dans de l'alcool. Laissez-le sécher. Puis trempez-le dans une solution à 10% de KCl. Quand vous voulez l'utiliser, mouillez le papier et appliquez-le sur les électrodes. Il vire au rose au côté négatif. Une électrolyse a lieu et, au pôle négatif, KOH se forme.

C) DEFINITIONS

1. Définitions et formules

Aberration chromatique : En raison des variations d'indice de réfraction en fonction de la longueur d'onde, on ne peut pas focaliser la lumière de longueurs d'ondes différentes à partir de la même source avec de simples lentilles. C'est ce qu'on appelle l'aberration chromatique.

Absorption : 1 - Pénétration d'une substance dans une autre.
2 - Transformation de l'énergie radiante passant à travers un corps matériel.

Absorption (spectre d') : Spectre obtenu lors du passage d'une source lumineuse (qui, elle-même, donne un spectre continu) à travers un milieu gazeux.

Acide : Dans bien des cas, il est suffisant de dire qu'un acide est une substance contenant de l'hydrogène et qui se dissocie quand elle est en solution dans l'eau pour donner un ou plusieurs ions H^+. Plus généralement, cependant, un acide est défini selon d'autres concepts. D'après Bronsted, un acide est n'importe quel composé qui peut fournir un proton. Ainsi NH_4^+ est un acide puisqu'il peut libérer un proton:

$$NH_4^+ \rightleftharpoons NH_3 + H^+$$

et NH_3 est une base puisqu'il accepte un proton.

Adsorption : Condensation des gaz, des liquides ou des substances dissoutes sur les surfaces des solides.

Amplitude : La valeur maximale du déplacement dans un mouvement oscillatoire.

Angle : Rapport entre l'arc et son rayon.
Unités d'angle: le radian = l'angle sous-tendu par un arc égal au rayon; le degré = la 1/360 ème partie de la circonférence.

Angstrom : Une unité utilisée particulièrement pour exprimer les mesures de longueur d'ondes et égale à 1/10 000 micron ou 1/100 000 000 cm (1×10^{-8}).

Anhydride : un oxyde qui, combiné à l'eau, donne un acide ou une base.

Anode : Electrode sur laquelle se fait l'oxydation dans une pile. C'est aussi l'électrode vers laquelle migrent les anions grâce au potentiel électrique. Dans les piles spontanées, l'anode est considérée comme négative. Dans les piles non-spontanées ou électrolytiques, l'anode est considérée comme positive.

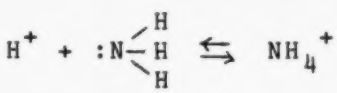
Atome : La plus petite partie d'un élément qui puisse entrer en réaction. Tous les composés chimiques sont formés d'atomes; les différences entre les composés dépendent de la nature, du nombre et de l'arrangement des atomes qui les constituent.

Atome-gramme : C'est la masse atomique exprimée en grammes.

Base : Dans bien des cas, il est suffisant de dire qu'une base est une substance qui se dissocie, quand elle est en solution dans l'eau, pour donner un ou plusieurs ions OH^- . Plus généralement cependant, une base est défine selon d'autres concepts. D'après Bronsted, une base est tout composé qui peut accepter un proton. Ainsi NH_3 est une base, puisqu'il peut accepter un proton pour former un ion ammonium:

$$NH_3 + H^+ \rightleftarrows NH_4$$

Un concept plus général est celui de G.N.Lewis qui définit une base comme tout ce qui a une paire libre d'électrons. Ainsi, dans la réaction:



Bougie (ou Bougie Internationale) : C'est l'unité de l'intensité lumineuse. Elle équivaut à une fraction bien définie de l'intensité moyenne horizontale d'un groupe de 45 lampes au carbone conservées au Bureau des Mesures.
La nouvelle unité égale 1/60 de l'intensité de 1 cm^2 d'un corps noir à la température de solidification du platine (2046°K).

Calorie : C'est la quantité de chaleur nécessaire pour élever 1 g d'eau à 15°C d'1°C. Il existe différentes calories qui dépendent de l'intervalle choisi. Quelquefois, l'unité est définie comme la calorie-gramme ou kilocalorie dont la signification est évidente. La calorie peut être définie en termes de son équivalent mécanique. Elle est généralement égale à 4.1860 joules internationales.

Capacitance : Elle est mesurée par la charge qui doit être transmise à un corps pour élever son potentiel d'une unité. La capacitance d'une unité électrostatique est celle qui requiert une charge d'une unité électrostatique pour élever son potentiel

d'une unité électrostatique. Le farad = 9×10^{11} unités électrostatiques. Une capacitance d'1 farad demande 1 coulomb d'électricité pour élever son potentiel d'un volt.

Capacité calorifique : C'est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1° la température d'un système ou d'un corps. On l'exprime généralement en calories/°C.
La capacité calorifique moléculaire est la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température d'une molécule-gramme de 1°.

Chaleur de combustion : C'est la quantité de chaleur libérée par la combustion d'un poids moléculaire de 1 g du corps.

Chaleur latente de fusion : C'est la quantité de chaleur nécessaire pour faire passer 1 g de solide à l'état liquide sans changement de température.

Chaleur spécifique : C'est le rapport entre la capacité thermique d'un corps et celle de l'eau à 15° C. Si une quantité de chaleur H est nécessaire pour élever la température de m grammes d'un corps de t_1 à t_2 (°C), la chaleur spécifique, ou plus exactement, la capacité thermique du corps est:

$$s = \frac{H}{m\,(t_2 - t_1)}$$

Chaleur spécifique déterminée par la méthode des mélanges : Supposons qu'une masse m_1 soit chauffée à une température t_1 et qu'elle soit ensuite immergée dans une masse d'eau m_2 à une température t_2 contenue dans un calorimètre c, t_3 étant la température finale

$$m_1 s(t_1 - t_3) = m_3 c + m_2(t - t_2)$$

Le calorimètre à glace de Black : Si un corps de masse m et de température t fait fondre une masse m' de glace, sa température étant amenée à 0° C, la chaleur spécifique du corps est:

$$s = \frac{80\,1\,m'}{mt}$$

Le calorimètre à glace de Bunsen : Un corps de masse m à une température t provoque une variation l (cm) de la hauteur de la colonne de mercure dans un tube dont le volume par unité de longueur est v. La chaleur spécifique est:

$$s = \frac{884\,l\,v}{mt}$$

Champ magnétique dû à un courant électrique : C'est l'intensité du champ magnétique exprimé en oersteds, au centre d'un conducteur circulaire de rayon r, dans lequel passe un courant I exprimé en unités électromagnétiques absolues

$$H = \frac{2\pi I}{r}$$

Si la bobine circulaire a un nombre de tours n, l'intensité magnétique au centre est

$$H = \frac{2\pi nI}{r}$$

BEST COPY AVAILABLE

L'intensité du champ magnétique dans un long solénoide de n tours/cm, porteur d'un courant I en unités électromagnétiques absolues, est

$$H = 4\pi nI$$

Si I est exprimé en ampères, les formules ci-dessus deviennent

$$H = \frac{2\pi I}{10\ r} \qquad H = \frac{2\pi nI}{10\ r}$$

$$H = \frac{4\pi nI}{10}$$

Coefficient de friction : Le coefficient de friction entre deux surfaces est le rapport entre la force nécessaire pour mouvoir une surface sur l'autre et la force totale qui les pousse l'une vers l'autre. Si F est la force nécessaire pour mouvoir une surface sur l'autre et W la force qui les rapproche, le coefficient de friction est

$$k = \frac{F}{W}$$

Coefficient d'élasticité : Module de Young pour l'étirement: Si une élongation s est causée par le poids d'une masse m dans un fil métallique de longueur l et de rayon r, le module est

$$M = \frac{mgl}{r^2 s}$$

Module de Young pour le pliage: Soit une barre soutenue aux deux bouts par des supports séparés par une distance l. Une courbure s est provoquée par le poids d'une masse m posée au milieu de la barre; pour une barre rectangulaire de section a et de longueur b, le module est

$$M = \frac{m\ g\ l^3}{4s\ a^3 b}$$

et pour une barre cylindrique de rayon r

$$M = \frac{m\ g\ l^3}{12\pi r^4 s}$$

Dans le cas d'une barre supportée à un bout seulement,
- barre rectangulaire telle qu'elle est décrite ci-dessus

$$M = \frac{4m\ g\ l^3}{s\ a^2\ b}$$

- barre cylindrique

$$M = \frac{4\ m\ g\ l^3}{3\ r^4 s}$$

Coefficient de rigidité:

Si un couple C (= mgx) produit une déformation de θ radians dans une barre de longueur l et de rayon r, le module est

$$M = \frac{2\,Cl}{x\,r^4\theta}$$

Dans les formules ci-dessus

	m est en	g
	g	cm/sec
l, a, b, r,	s,	cm
	C	dyne-cm
	M	dyne/cm^2

Coefficient de restitution:

Deux corps se déplaçant en ligne droite, dans le sens contraire, avec des vitesses v_1 et v_2, se heurtent; après l'impact, ils se déplacent avec des vitesses v_3 et v_4. Le coefficient de restitution est

$$C = \frac{v_4 - v_3}{v_2 - v_1}$$

Colloïde: C'est une phase dispersée à un tel degré que les forces superficielles deviennent un important facteur dans la détermination de ses propriétés. En général, les dimensions des particules colloïdales sont comprises entre 10 Å et 1 μ. On différencie souvent les particules colloïdales des molécules ordinaires au fait que les premières ne passent pas à travers les membranes à travers lesquelles passent les molécules et les ions.

Composés : Ce sont des corps formés de plus d'un élément et qui ont des propriétés, en gros, différentes de celles que leurs constituants possédaient en tant qu'éléments isolés. La composition d'un composé pur est parfaitement définie; elle est toujours la même quelque soit la façon dont le composé a été formé.

Concentration en ions H^+ : C'est la concentration en ions H^+ dans une solution quand la concentration est exprimée en ions-gramme par litre. Une façon commode d'exprimer la concentration en ions H^+ est de l'exprimer comme le logarithme négatif de cette concentration; c'est ce qu'on appelle le pH. L'eau à 25° a une concentration en ions H^+ et en ions OH^- de 10^{-7} moles/litre. Son pH est donc de 7. On obtient une exactitude plus grande encore si on substitue l'activité thermodynamique du ion à sa concentration.

Condensateurs en parallèle et en série : Si c_1, c_2, c_3, etc.. représentent les capacitances d'une série de condensateurs et C leur capacitance totale

- quand ils sont en parallèle:

$$C = c_1 + c_2 + c_3 \ldots$$

- quand ils sont en série:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3} \quad \ldots.$$

Conductance : La réciproque de la résistance; elle est mesurée par le rapport entre le courant qui passe dans un conducteur et la différence de potentiel appliquée entre ses pôles. L'unité de conductance, le mho, est la conductance d'un corps à travers lequel un courant de 1 ampère passe quand la différence de potentiel est de 1 volt. La conductance d'un corps en mho est la réciproque de la valeur de sa résistance en ohm.

Conducteurs : Il s'agit d'une série de corps incapables de supporter une tension électrique. Une charge induite à un conducteur s'étend à toutes les parties du corps.

Conductivité électrique : Elle est mesurée par la quantité d'électricité transmise par unité de surface, par unité de gradient potentiel, par unité de temps. C'est la réciproque de la résistivité. La conductivité volumique ou conductance spécifique, est $k = 1/\rho$ où ρ est la résistivité volumique. La conductivité de masse = kd, formule dans laquelle d est la densité. La conductivité équivalente est $\Lambda = k/c$ où c est le nombre d'équivalents par unité de volume de solution. La conductivité moléculaire est $\mu = k/m$ où m est le nombre de moles par unité de volume de solution.

Conductivité thermique : C'est la vitesse de transfert de la chaleur par conduction à travers une unité d'épaisseur et une unité de surface, pour une unité de différence de température. Elle est mesurée en calories par seconde par cm^2 pour une épaisseur de 1 cm et pour une différence de température de 1°C. Si les deux faces opposées d'un solide rectangulaire sont maintenues à des températures t_1 et t_2, la chaleur transmise

à travers le solide de section a et d'épaisseur d dans un temps T sera:

$$Q = \frac{K(t_2 - t_1)\, a\, T}{d}$$

K est une constante dépendant de la nature du corps, appelée conductivité calorifique spécifique. Q est en calories, la

température en °C, a en cm^2, T en secondes et d en cm.

Constante d'équilibre : C'est le produit des concentrations (ou des activités) des corps en état d'équilibre dans une réaction chimique divisé par le produit des concentrations des corps en réaction, chaque concentration élevée à la puissance qui est le coefficient de la substance dans l'équation chimique.

Corps dissous : C'est la substance qui passe en solution dans un liquide; le solvant se trouve généralement en quantité plus importante que le corps dissous.

Corps noir : Si, pour toutes les valeurs de longueurs d'ondes de l'énergie radiante incidente, toute l'énergie est absorbée, le corps est appelé corps noir.

Corps tombant en chute libre : a) depuis une position de repos: les conditions sont celles du mouvement uniformément accéléré sauf qûe $v_o = 0$ et g est l'accélération dûe à la gravité. Les formules deviennent:

$$v_t = gt$$

$$s = 1/2\ gt^2$$

$$v_s = \sqrt{2gs}$$

b) après avoir été lancés en l'air: si v est la vitesse de projection, t le temps pour atteindre la plus grande hauteur; en négligeant la résistance de l'air, t est donné par la formule: $t = v/g$
et la hauteur la plus grande est:

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

Coulomb : Unité électrique. C'est la quantité d'électricité qui doit passer dans un circuit pour déposer 1.118 mg d'argent à partir d'une solution de nitrate d'argent.
Un ampère est un coulomb par seconde. Un coulomb est aussi la quantité d'électricité à l'électrode positive d'un condensateur d'une capacité d'un farad quand la force électromotrice est d'un volt.

Courant alternatif : Courant dans lequel le flux de charge s'inverse périodiquement au contraire du courant continu, et dont la valeur moyenne est zéro. Il implique habituellement une variation sinusoïdale du courant et du voltage. Cette conduite est exprimée mathématiquement de façons variées:

$$I = I_o \cos(2 \pi f t + \emptyset)$$

$$I = I_o\ 7\emptyset$$

$$I = I_1\ e^{j\omega t}$$

où f = la fréquence; $\omega = 2 \pi f$, pulsation ou fréquence angulaire; $\emptyset$ = l'angle de phase; I_o = l'amplitude et I_1 = l'amplitude complexe. Dans la rotation complexe, il est

entendu que le courant réel est la part réelle de L. Pour des circuits mettant en cause également une capacitance c en farads et L en henrys, l'impédance devient:

$$\sqrt{R^2 + (2\pi f L - \frac{1}{2\pi fc})^2}$$

Courant électrique : C'est la vitesse de transfert de l'électricité. Le transfert d'électricité à la vitesse d'une unité électrostatique par seconde est l'unité électrostatique du courant. L'unité électromagnétique du courant est un courant de force telle qu'1 cm du fil électrique dans lequel il passe est poussé de côté avec une force de 1 dyne quand ce fil est perpendiculaire à un champ magnétique d'une intensité d'une unité. L'unité de courant est l'ampère, qui équivaut à un transfert d'1 coulomb par seconde, et est égal à 1/10 de l'unité électromagnétique. L'ampère international est le courant électrique invariable qui, lorsqu'il passe à travers une solution de nitrate d'argent, dépose de l'argent au taux de 0.001118 g par seconde. L'ampère international est équivalent à 0.999835 ampères absolus. L'ampère-tour est le potentiel magnétique produit entre les deux faces d'une bobine d'un enroulement portant 1 ampère.

Diffraction : C'est le phénomène produit par l'étalement des vagues autour des obstacles qui sont comparables en taille à leur longueur d'onde.

Diffusion : Si la concentration (masse solide par unité de volume de solution) à la surface d'une couche de liquide est d_1 et à l'autre surface est d_2, l'épaisseur de la couche h et la surface considérée A, alors la masse de substance qui diffuse à travers la section transversale A dans le temps t est :

$$m = \Delta A \frac{(d_2 - d_1)t}{h}$$

où Δ est le coefficient de diffusion.

Diffusivité : appelé aussi coefficient de diffusion. Il est donné par Δ dans l'équation:

$$\frac{dQ}{dt} = -\Delta \frac{dc}{dx} dy\, dz$$

où dQ est la quantité qui passe à travers une surface dy dz dans la direction de x en un temps dt et où $\frac{dc}{dx}$ est le taux d'accroissement de la concentration volumique dans la direction de x.

Dilatation des gaz : Loi de Charles ou de Gay-Lussac: Le volume d'un gaz, à pression constante, s'accroît proportionnellement à l'augmentation des températures absolues. Soit V_1 et V_2 les volumes de la même masse de gaz à des températures absolues T_1 et T_2:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Pour un volume originel V_o à 0°C, le volume à t_o (en °C, pour une pression constante) est

$$V_t = V_o(1 + 0.00367\ t)$$

Loi générale sur les gaz:

$$p_t\ v_t = p_o\ v_o\ \left(\frac{1 + t}{273}\right)$$

où p_o, v_o, p_t, v_t représentent pression et volume à 0°C et pression et volume à la température t.

$$\frac{p_1\ v_1}{T_1} = \frac{p_2\ v_2}{T_2}$$

où p, v, et T représentent pression, volume et température absolue pour la même masse de gaz après augmentation de la température. On peut encore exprimer la loi de la façon suivante:

$$pv = RmT$$

où m est la masse de gaz à température absolue T. R est la constante gazeuse qui dépend des unités choisies. La constante gazeuse moléculaire de Boltzemann est donnée en exprimant m en termes de nombre de molécules. Pour un volume en cm^3, une pression en dynes/cm^2, une température en °C sur l'échelle absolue ,

$$R = 8.3136 \times 10^7$$

Diminution de pression aux bords d'un courant : Si un fluide de densité d se meut avec une vitesse v, la diminution de pression dûe au mouvement (on néglige la viscosité) est:

$$p = 1/2\ dv^2$$

Effet Christiansen : Quand des substances réduites en poudre fine, telle que le verre ou le quartz, sont immergées dans un liquide ayant le même indice de réfraction, on n'obtient une transparence complète que pour une lumière monochromatique. Si on utilise la lumière blanche, la couleur transmise correspond à la longueur d'onde particulière pour laquelle les deux substances, solide et liquide, ont exactement le même indice de réfraction. En raison de différences dans la dispersion, les indices de réfraction ne s'accordent que pour une étroite bande du spectre.

Effet Doppler : La fréquence d'une onde reçue dépend du mouvement de la source ou de l'observateur relativement au milieu de propagation.
Pour les ondes acoustiques, la fréquence observée f_o, en cycles/sec, est donnée par la formule:

$$f_o = \frac{v + w - v_o}{v + w - v_s} fs$$

où v est la vitesse du son dans le milieu concerné, v_o est la vitesse de l'observateur, v_s est la vitesse de la source, w est le vent dans la direction de propagation du son et f_s est la fréquence de la source.
Pour les ondes optiques,

$$f_o = f_s \sqrt{\frac{c + v_r}{c - v_r}}$$

où v_r est la vitesse de la source relativement à l'observateur et c est la vitesse de la lumière.

Effet mécanique : C'est le rapport entre la force de résistance et la force appliquée. Le rapport de démultiplication, c'est le chemin parcouru par la force divisé par le chemin parcouru pour vaincre la résistance.

Electrolyse : Si un courant d'intensité i passe pendant un temps t et dépose un métal dont l'équivalent électrochimique est e, la masse déposée est:

$$m = eit$$

La valeur de e est donnée généralement en g, i en ampères et t en secondes.

Electron : C'est une particule de charge électrique négative, de très petite masse et de très petit diamètre. Sa charge est

$(4.809 + 0.00008)\ 10^{-10}$ unités électrostatiques absolues. Sa masse est $\frac{1}{1837}$ celle du noyau d'hydrogène et son diamètre est environ 10^{-12} cm. Chaque atome consiste en un noyau et en un ou plusieurs électrons. Les rayons cathodiques et beta sont des électrons en mouvement.

Eléments : Ce sont des corps qui ne peuvent être décomposés ni fabriqués par les moyens ordinaires de transformation chimique.

Energie : C'est la capacité de produire un travail. L'énergie cinétique est l'énergie dûe au mouvement. L'énergie potentielle est l'énergie dûe à la position d'un corps par rapport à un autre ou par rapport aux parties relatives de ce même corps. Unités dans le système cgs : l'erg est l'énergie dépensée quand une force d'une dyne est appliquée sur une distance d'1 cm; le joule est égal à 10^7 ergs.

L'énergie potentielle d'une masse m, élevée d'une hauteur h, g étant l'accélération dûe à la gravité, est:

$$E = mgh$$

L'énergie cinétique d'une masse m, se déplaçant à une vitesse v, est:

$$E = 1/2\ mv^2$$

L'énergie est donnée en erg si m est en g
g est en cm/s^2
h est en cm
v est en cm/s

L'énergie de rotation : Si une masse, dont le moment d'inertie autour d'un axe est I, tourne avec une vitesse angulaire ω autour de cet axe, l'énergie cinétique de rotation est:

$$E = 1/2\ \omega^2$$

E est en erg; ω en radians/secondes et I en g/cm^2.

Equilibre chimique : C'est un état de choses dans lequel une réaction chimique et sa réaction inverse ont lieu à des vitesses égales, de telle sorte que les concentrations des corps en réaction restent constantes.

Equivalent électrochimique : L'équivalent électrochimique d'un ion est la masse libérée par le passage d'une quantité unitaire d'électricité.

Expansion thermique : Formule générale : la vitesse d'expansion thermique varie avec la température. L'équation générale qui exprime son ampleur m_t (longueur ou volume) à une température t et dans laquelle m_o est l'expansion à 0°C, est:

$$m_t = m_o(1 + \alpha t + \beta t^2 + \gamma t^3 \ldots)$$

α, β, γ,... sont des coefficients empiriquement déterminés.

Le coefficient d'expansion linéaire ou expansivité est égal au rapport entre la variation de longueur par °C et la longueur à 0°C. Si l_o est la longueur à 0°C, α le coefficient d'expansion linéaire, la longueur à la température t sera:

$$l_t = l_o(1 + \alpha t)$$

Le coefficient d'expansion volumique, pour des solides, est à peu près 3 fois le coefficient d'expansion linéaire.

Le coefficient d'expansion volumique, pour des liquides, est égal au rapport entre la variation de volume par °C et le volume à 0°C. Sa valeur varie avec la température.

$$\beta = 3\alpha \text{ environ}$$

Le coefficient d'expansion volumique d'un gaz à pression égale est presque le même pour tous les gaz; il est de 0.00367 à 1°C.

$$V_t = V_o(1 + \beta t)$$

Fission : Il s'agit d'une réaction nucléaire au cours de laquelle les atomes produits ont tous à peu près la moitié de la masse du noyau parent. Autrement dit, l'atome est fendu en deux masses à peu près égales. Il y a aussi émission d'une quantité extrêmement importante d'énergie puisque la somme des masses des deux nouveaux atomes est inférieure à la masse du lourd atome parent. L'énergie dégagée est exprimée par l'équation d'Einstein.

Force : C'est ce qui modifie l'état de repos ou de mouvement de la matière; elle est mesurée par la vitesse de changement de la quantité de mouvement. L'unité, la dyne, est la force qui

donne une accélération de 1 cm/s^2 à une masse de 1 g. Un poids de 1 g (ou poids d'une masse de 1 g) est l'unité gravitationnelle dans le système cgs. Le pied-livre est cette force qui donne une accélération de 1 pied par seconde au carré à une masse de 1 livre. La force F nécessaire pour donner une accélération a à une masse m est donnée par la formule:

$$F = ma$$

dans laquelle m est en g
a est en cm/s^2
F est en dynes

Force électromotrice : Elle est définie comme celle qui produit le passage d'un courant. La force électromotrice d'une pile est mesurée par la différence maximale de potentiel entre ses lames.

L'unité électromagnétique de différence de potentiel est celle contre laquelle un travail d'1 erg est accompli dans le transfert d'une unité électromagnétique. Le volt est cette différence de potentiel contre laquelle un travail d'un joule est accompli pour

le transfert d'un coulomb. Un volt est égal à 10^8 unités électromagnétiques de potentiel. Le volt international est le potentiel électrique qui, lorsqu'il est appliqué constamment à un conducteur dont la résistance est 1 ohm international, provoque un courant d'1 ampère international. Il est égal à 1.00033 volts absolus. La force électromotrice d'une pile Weston standard est 1.0183 volts internationaux à 20°C.

Force existant entre deux poles magnétiques : Si deux poles d'intensités m et m' sont séparés par une distance r dans un milieu dont la perméabilité est μ (= 1 dans le vide) la force existant entre eux est:

$$F = \frac{m'}{\mu r^2}$$

La force est en dynes si r est en cm, m et m' en unités cgs d'intensité polaire.
L'intensité d'un champ magnétique en un point situé à distance r d'un pole isolé d'intensité m est:

$$H = \frac{m}{\mu r^2}$$

Si m et r sont en unités du système cgs, H est en gauss.

Fréquence de battement : Deux vibrations de fréquence f_1 et f_2 légèrement différentes, quand elles sont combinées, produisent, dans un détecteur sensible à ces deux fréquences, une réponse variant régulièrement et qui s'élève et retombe à la fréquence de battement :

$$f_b = |f_1 - f_2|$$

Il est important de noter qu'un résonnateur qui est accordé exactement à la fréquence f_b seule, ne résonnera pas du tout en présence de ces deux fréquences de battement.

Fusion atomique : Il s'agit d'une réaction nucléaire qui provoque l'association entre eux de noyaux ou de particules de petite taille pour former des particules de taille supérieure. La réaction s'accompagne d'une libération d'énergie dûe à la transformation de masse. On l'appelle aussi "réaction thermo-nucléaire" à càuse de la température extrêmement haute nécessaire à sa mise en route.

Gramme-équivalent : Le gramme-équivalent d'un corps est la masse de ce corps réagissant avec 1.008 g d'hydrogène ou se combinant avec la moitié de l'atome-gramme de l'oxygène (c'est à dire 8.00 g).

Gravitation : c'est l'attraction universelle existant entre tous les corps matériels. La force d'attraction entre deux masses m et m', séparées par une distance r, k étant la constante de gravitation, est:

$$F = k \frac{m\ m'}{r^2}$$

m et m' sont en g
r est en cm
F est en dynes
$k = 6.670 \times 10^{-8}$

Humidité absolue : C'est la masse de vapeur d'eau présente dans une unité de volume de l'atmosphère (généralement en g/m^3). On peut aussi l'exprimer en pression réelle de la vapeur d'eau présente.

Humidité relative : C'est le rapport entre la quantité de vapeur d'eau présente dans l'atmosphère et la quantité de vapeur qui le saturerait à la température du moment.
C'est aussi le rapport entre la pression de vapeur d'eau du moment et la pression de vapeur d'eau saturée à la même température.

Indice de réfraction : L'indice de réfraction d'un corps est le rapport de la vitesse de la lumière dans le vide à sa vitesse dans le corps en question. C'est encore le rapport du sinus de l'angle d'incidence au sinus de l'angle de réfraction. En général, cet indice varie en fonction de la longueur d'onde de la lumière réfractée.

Inductance : Un changement du champ magnétique, dû à la variation d'un courant dans un circuit conducteur, induit une force contre-électromotrice dans le circuit. Ce phénomène est appelé "auto-induction". Si une force électromotrice est induite dans un circuit voisin, on emploie le terme "induction mutuelle". On peut ainsi faire la distinction entre l'auto-inductance et l'inductance mutuelle; l'inductance est mesurée par la force électromotrice produite dans un conducteur par la vitesse unitaire de variation du courant. Les unités de l'inductance sont: le centimètre (électromagnétique absolu) et le henry qui est égal à 10^9cm d'inductance. Le henry est l'inductance pour laquelle une force électromotrice induite de 1 volt est produite quand le courant induit varie à la vitesse de 1 ampère/sec.

Inertie : C'est la résistance qu'offre un corps à tout changement d'état, qu'il soit au repos ou en mouvement. C'est une propriété fondamentale de la matière.

Ion : Un ion est un atome ou groupe d'atomes qui porte une charge électrique soit positive, soit négative. Les ions positifs se forment quand des atomes ou des molécules perdent des électrons; les ions négatifs sont ceux qui ont gagné des électrons.

Lentilles : Pour une lentille mince dont les surfaces ont des rayons de courbure r_1 et r_2, dont le foyer principal est F,

l'indice de réfraction n et les distances focales conjuguées f_1 et f_2 :

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = (n - 1)\frac{1}{r_1}\frac{1}{r_2}$$

Pour une lentille épaisse, d'épaisseur t :

$$F = \frac{nr_1r_2}{(n - 1)\ n(r_1 + r_2) - t(n - 1)}$$

Loi d'Avogadro : Des volumes égaux de gaz parfaits, dans les mêmes conditions de température et de pression, contiennent le même nombre de molécules.

Loi de Boyle pour les gaz : A température constante, le volume d'une quantité donnée de gaz varie inversement à la pression que subit le gaz. Ainsi, pour un gaz parfait qui varie d'une pression p et d'un volume v à une pression p' et à un volume v' sans changement de température :

$$pv = p'v'$$

Loi de Charles ou loi de Gay-Lussac : Les volumes occupés par une masse donnée de gaz à des températures différentes mais peu écartées les unes des autres, la pression étant la même, sont directement proportionnels à la température absolue correspondante.

Loi de Dalton sur les pressions partielles : La pression exercée par un mélange de gaz est égale à la somme des pressions partielles que chaque gaz exercerait si lui seul occupait tout le volume. Ce fait est exprimé par la formule suivante :

$$PV = V(p_1 + p_2 + p_3 \ldots)$$

Loi de Dulong - Petit : La chaleur spécifique de divers éléments est inversement proportionnelle à leur poids atomique. La chaleur atomique des éléments solides est constante et à peu près égale à 6.3. Certains éléments de faible poids atomique et de point de fusion élevé ont, cependant, une chaleur atomique beaucoup plus basse à des températures ordinaires.

Loi de Faraday : Au cours d'une électrolyse, des quantités égales d'électricité chargent ou déchargent des quantités équivalentes d'ions à chaque électrode. Un gramme "équivalent" de substance est chimiquement transformé à chaque électrode pour 96 501 coulombs internationaux, ou 1 Faraday, d'électricité qui passe à travers l'électrolyte.

Loi de Fleming : Voici une règle simple pour indiquer les relations entre flux, mouvement et force motrice dans une machine électrique. L'index, le majeur et le pouce, pointés à angle droit les uns par rapport aux autres, représentent respectivement les directions du flux, de la force et du mouvement ou couple. Si on utilise la main droite, les conditions sont celles obtenues dans un générateur. Si on utilise la main gauche, les conditions sont celles obtenues dans un moteur.

Loi de Gay - Lussac sur les combinaisons en volumes : Lorsque deux gaz s'unissent, leurs volumes se combinent selon un rapport simple qui s'exprime en petits nombres entiers. Si le composé est, lui aussi gazeux, il y a encore un rapport simple entre son volume et celui de chaque composant.

Loi de Graham : Les vitesses relatives de diffusion des gaz, dans les mêmes conditions de pression et de température, sont inversement proportionnelles aux racines carrées des densités de ces gaz.

Loi de Henry : La masse d'un gaz légèrement soluble qui se dissout dans une masse définie de liquide à une température donnée, est à peu près directement proportionnelle à la pression partielle de ce gaz. Ceci vaut pour les gaz qui ne s'unissent pas chimiquement au solvant.

Loi de Hooke : u sein des limites d'élasticité d'un corps, le rapport entre la contrainte appliqué et la tension résultante est constant.

Loi de la conservation de l'énergie : L'énergie ne peut ni être créée, ni être détruite et la quantité totale d'énergie dans l'univers reste constante.

Loi de la conservation des moments : Lors d'un choc quelconque, la résultante vectorielle des moments des corps entrés en collision est égale à la somme des vecteurs des moments avant la collision. Deux corps de masse m_1 et m_2 ont, avant l'impact, des vitesses v_1 et v_2 et, après l'impact, des vitesses u_1 et u_2 :

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

Loi de Newton sur le mouvement : a) Tout corps se maintient dans son état de repos ou de mouvement uniforme et rectiligne tant qu'aucune force extérieure ne vient perturber cet état.

b) Le déplacement est proportionnel à la force appliquée et s'exerce dans la direction de la ligne d'action de la force.

c) Toute action s'accompagne d'une réaction égale et de direction opposée.

Loi de Newton sur le refroidissement · La vitesse de refroidissement d'un corps, sous certaines conditions, est proportionnelle à la différence de température entre le corps et son environnement.

Loi de Pascal : Soit un récipient fermé contenant un liquide; la pression exercée en tous points de ce liquide est transmise telle quelle dans toutes les directions.

Loi de Snell sur la réfraction : Si i est l'angle d'incidence, r l'angle de réfraction, v la vitesse de la lumière dans le premier milieu, v' la vitesse de la lumière dans le deuxième milieu, l'indice de réfraction n est :

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v}{v'}$$

Loi des combinaisons de substances : Tout corps est composé d'une substance ou d'un mélange de deux ou plusieurs substances, chacune d'entre elles offrant un ensemble spécifique de propriétés.

Loi des combinaisons en poids : Si les poids d'éléments qui se combinent entre eux sont appelés "poids combinés", alors les éléments se combinent toujours soit selon le rapport de leurs poids combinés, soit selon de simples multiples de ces poids.

Loi des combinaisons en volumes : Le rapport des volumes gazeux qui se combinent, mesurés dans des conditions identiques de température et de pression, est un nombre simple entier.

Loi d'Ohm : L'intensité du courant est donnée par l'équation suivante :

$$I = \frac{E}{R}$$

E = force électromotrice
R = résistance
I est donné en ampères si E est en volts et R en ohms.

Lois de la thermodynamique : a) Quand un travail est transformé en chaleur ou la chaleur en travail, la quantité de travail est toujours égale à la quantité de chaleur.

b) La chaleur ne peut pas, par elle-même, passer d'un corps froid à un corps chaud.

Machine simple : C'est un appareil qui sert au transfert de l'énergie dans le but de faciliter l'exécution d'un travail.

Masse atomique ou poids atomique d'un élément : C'est un nombre qui représente le rapport des masses d'un atome de cet élément et d'un atome d'oxygène choisi arbitrairement comme référence (oxygène = 16). Pour un isotope pur, la masse atomique, arrondie au nombre entier le plus proche, donne le nombre total de nucléons (neutrons et protons) constituant le noyau atomique.

Masse moléculaire ou masse molaire : C'est la somme des masses atomiques de tous les atomes contenus dans la molécule.

Masse obtenue par une balance à bras inégaux : Si W_1 est la valeur obtenue pour un côté, W_2 celle de l'autre côté, la masse réèlle est :

$$W = \sqrt{W_1 W_2}$$

Mélange : Il s'agit de l'association de deux corps ou plus, en proportions variables. Chaque composant conserve ses propriétés essentielles originelles.

Mole : C'est la masse numériquement égale au poids moléculaire. On l'exprime généralement en grammes.

Molécule : C'est la plus petite quantité de matière qui puisse exister à l'état libre sans perdre les propriétés caractéristiques du corps.

Molécule-gramme : Masse moléculaire exprimée en grammes.

Moment d'une force : C'est la faculté qu'a une force de produire une rotation autour d'un axe. On le mesure en faisant le produit de la force par la distance angulaire de la ligne d'action de la force à l'axe. Système cgs : la dyne/cm. Si une force F produit une rotation autour d'un centre à une distance d de la ligne sur laquelle agit cette force, celle-ci a un moment

$$L = Fd$$

Mouvement brownien : il s'agit du mouvement continu des particules d'une solution colloïdale causé par les chocs entre les molécules du milieu. On peut observer le mouvement au microscope quand un fort rayon lumineux traverse la solution perpendiculairement à la ligne d'observation.

Mouvement rectiligne uniformément accéléré : Si v_o est la vitesse initiale, v_t la vitesse au temps t, l'accélération est (distance en cm, vitesse en cm/sec et accéleration en cm/sec^2) :

$$a = \frac{v_t - v_o}{t}$$

et la vitesse au temps t est :

$$v_t = v_o + at$$

et la distance parcourue au temps t est :

$$s = v_{ot} + 1/2\ at^2$$

la vitesse atteinte au bout de cette distance est :

$$v = \sqrt{v_o + 2\ as}$$

et la distance parcourue au bout de n secondes :

$$s = v_o + 1/2\ a(2n - 1)$$

Neutralisation : C'est une réaction dans laquelle l'ion H^+ d'un acide et l'ion OH^- d'une base s'unissent pour former de l'eau, l'autre produit étant un sel.

Neutron : Une particule élémentaire neutre de nombre de masse 1. On suppose que c'est un constituant de tous les noyaux de nombre de masse supérieure à 1. Il est instable en ce qui concerne la désintégration avec une demi-vie d'environ 12 minutes. On n'observe pas d'ionisation primaire lorsqu'il passe à travers la matière, mais il réagit avec celle-ci principalement par collisions et, dans une moindre mesure, par magnétisme. Quelques unes de ses propriétés sont: masse au repos = 1.00894 unités de masse atomique; charge = 0; nombre quantique de spin = 1/2; moment magnétique = 1.9125 magnétrons nucléaires de Bohr.

Newton : C'est la force nécessaire pour donner une accélération de 1 m/sec^2 à une masse de 1 kg.

Nombre atomique : C'est le nombre (Z) de protons à l'intérieur du noyau atomique. La charge électrique de ces protons détermine le nombre et l'arrangement des électrons à la périphérie de l'atome et donc les propriétés physiques et chimiques de l'élément.

Nombre d'Avogadro : C'est le nombre (N) de molécules dans une mole (ou molécule-gramme) d'une substance donnée. Plusieurs valeurs de ce nombre d'Avogadro ont été calculées par différentes méthodes; elles se situent toutes à moins de 1% de part et d'autre de la valeur moyenne suivante :

$N = (6.2486 \pm 0.00016)\ 10^{23}$ par mole (physique)

$N = (6.2322 \pm 0.00016)\ 10^{23}$ par mole (chimie)

Nombre de Loschmidt : C'est le nombre de molécules par unité de volume d'un gaz parfait à 0°C et à pression atmosphérique normale:

$$n_o = (2.68719 \pm 0.00001)\ 10^{19}\ cm^{-3}$$

Noyau : C'est la partie centrale de l'atome, très dense et dans laquelle presque toute la masse et toute la charge positive sont concentrées. La charge nucléaire, nombre entier multiple de Z, est le facteur essentiel qui distingue un élément d'un autre. On appelle Z le nombre atomique; il indique le nombre de protons dans le noyau et donc le nombre d'électrons. Le nombre de masse A indique le nombre total de neutrons et de protons.

Pendule : Pour un pendule simple de longueur L, de petite amplitude, la période complète est :

$$T = 2\pi \sqrt{l/g}$$

ou

$$g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2}$$

T est en secondes si L est en cm et g en cm/sec^2.
Pour une sphère suspendue par un fil de masse négligeable où d est la distance entre le bord du couteau et le centre de la sphère, r le rayon de celle-ci, la longueur du pendule simple équivalent est

$$L = d + \frac{2r^2}{5d}$$

Si la période est P, pour un arc θ , le temps de vibration d'un arc infiniment petit est approximativement :

$$T = \frac{P}{1 + \frac{\sin^2 \theta}{4}}$$

Dans le cas d'un pendule composé, soit un corps de masse m suspendu en un point, I son moment d'inertie, son centre de gravité situé à une distance h sous le point de suspension; la période T est :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{1}{mgh}}$$

Poids : C'est la force par laquelle un corps est attiré par le centre de la terre. Unité cgs: la dyne. Bien que le poids d'un corps varie selon le lieu, on a choisi des mesures étalons telles que la livre, le gramme, etc. Le poids d'une masse m où g est l'accélération dûe à la gravité est :

$$W = mg$$

Le poids est en dynes si m est en grammes et g en cm/sec^2.

Poids atomique : voir Masse atomique

Poids combiné d'un élément ou d'un radical : C'est sa masse atomique divisé par sa valence.

Poids équivalent ou poids combiné d'un élément ou d'un ion : C'est sa masse atomique ou sa masse formulaire divisée par sa valence. Des éléments entrant en combinaison le font toujours selon des quantités proportionnelles à leur poids équivalent.

Poids moléculaire : voir Masse moléculaire

Poids spécifique : C'est le rapport de la masse d'un corps à la masse d'un volume égal d'eau à 4°C ou à une autre température précisée.

Point de rosée : C'est la température à laquelle la vapeur d'eau de l'air se condense.

Pont de Wheatstone : Si les résistances r_1, r_2, r_3, r_4, forment les bras d'un pont de Wheatstone, elles doivent être disposées de telle façon que le pont soit équilibré (on ne tient pas compte des connections du galvanomètre et de la batterie) et

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{r_4}{r_3}$$

ou bien

$$\frac{r_1}{r_4} = \frac{r_2}{r_3}$$

Pouvoir grossissant d'un instrument optique : C'est le résultat obtenu quand on divise l'angle sous-tendu par l'image de l'objet vu à travers l'instrument d'une part, et l'angle sous-tendu par l'objet quand il est vu à l'oeil nu d'autre part.
Dans le cas du microscope ou d'une simple loupe, on suppose que l'objet tel qu'il est vu à l'oeil nu est à une distance de 25 cm (10") environ.

Pression : C'est la force appliquée à, ou distribuée sur, une surface. On la mesure comme une force par unité de surface.
Système cgs:
la barye = 1 dyne/cm^2 et la mégabarye = 10^6 dynes/cm^2
On la calcule aussi d'après la hauteur de la colonne de mercure ou d'eau qu'elle supporte. La pression dûe à une force F appliquée à une surface A est :

$$P = F / A$$

Pression absolue : C'est la pression mesurée en tenant compte de la pression au zéro absolu.

Pression de vapeur : C'est la pression exercée par un solide ou un liquide en équilibre avec sa propre vapeur. Elle est fonction du corps et de la température.

Pression relative : C'est la pression mesurée en référence à celle de l'atmosphère.

Principe d'Archimède : Tout corps plongé, partiellement ou complètement, dans un liquide est poussé vers le haut par une force égale au poids du liquide déplacé. Un corps de volume V (cm^3), immergé dans un liquide de densité ρ (g/cm^3), est repoussé vers la surface par une force F en dynes :

$$F = \rho gV$$

où g est l'accélération dûe à la pesanteur.
Un corps flottant déplace son propre poids de liquide.

Produit de solubilité : C'est le produit des concentrations des ions d'une substance dans une solution saturée de cette substance. On exprime ces concentrations en moles de corps dissous par litre de solution.

Projectiles : Soit un corps projeté à une vitesse v selon un angle a au-dessus de l'horizontale. Le temps mis pour atteindre le plus haut point d'envol est :

$$t = \frac{v \sin a}{g}$$

Le temps total de vol est:

$$T = \frac{2v \sin a}{g}$$

Hauteur maximale:

$$h = \frac{v^2 \sin^2 a}{2g}$$

Portée de jet:

$$R = \frac{v^2 \sin 2a}{g}$$

Dans les équations ci-dessus, on a négligé la résistance de l'air. g = accélération dûe à la pesanteur.

Proton : C'est une particule élémentaire dont la charge positive est équivalente à la charge négative de l'électron. Sa masse est environ 1837 fois plus grande que celle de l'électron. Le proton est le noyau positif de l'atome d'hydrogène.

Puissance : C'est la vitesse à laquelle est fait un travail.
Unités de puissance: watt = 1 joule (10 M ergs) / sec.
kilowatt = 1000 watts
cv = 746 watts ou 33000 livres-pieds
Si un travail W est fait dans un temps t, la puissance est:

$$P = \frac{W}{t}$$

La puissance est en watts si W est en joules (10^7 ergs) et t en secondes.

Quantité de chaleur : L'unité de chaleur, dans le système cgs, est la calorie, qui est la quantité de chaleur nécessaire pour faire passer la température d'un gramme d'eau de 3.5°C à 4.5°C (aussi appelé la petite calorie). Si on fait passer la température de 14.5°C à 15.5°C, l'unité est la calorie normale. La calorie moyenne est égale au 1/100 de la quantité de chaleur nécessaire pour élever 1 g d'eau de 0°C à 100°C. La grande calorie est égale à 1000 petites calories. L'unité thermique britannique est la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température d'une livre d'eau de 1°F à sa densité maximale (39.1°F). Elle équivaut à 252 calories.

Rayonnement : C'est l'émission et la propagation, sous forme d'ondes, de l'énergie à travers l'espace ou à travers un milieu matériel.
Ce terme s'applique aussi aux rayonnements des particules sub-atomiques tels que rayonnements alpha ou beta, aux rayonnements cosmiques ou au rayonnement électromagnétique souvent utilisé pour désigner l'énergie seule sans référence à ses caractéristiques. Dans le cas de la lumière, cette énergie est transmise par "grains" (photons).

Réduction : C'est le processus qui augmente la proportion soit d'hydrogène soit d'éléments ou radicaux qui forment les bases dans un composé. La réduction, c'est aussi le processus par lequel un atome, un ion ou un élément gagne des électrons, ce qui a pour effet d'en réduire la valence.

Réduction d'un volume gazeux à 0°C et 760 mm de mercure : Si V est le volume originel d'un gaz à la température t et à une pression p, le volume à 0°C et à une pression de 760 mm de mercure, est :

$$V_o = \frac{Vp}{(1 + \alpha t) \times 760}$$

Si d est la densité originelle, la densité du gaz à 0°C et 760 mm de mercure est :

$$d_o = \frac{d(1 + \alpha t) \times 760}{p}$$

$\alpha \simeq 0.00367$

Règle d'Ampère : Une charge positive se déplaçant horizontalement dans un champ magnétique vertical, est déviée vers la droite. On peut étendre cette règle au courant dans les fils électriques en disant qu'un courant se déplaçant dans une certaine direction équivaut au mouvement des charges positives dans cette direction. Une charge négative subit l'effet d'une force opposée à celle subit par une charge positive.

Rendement : C'est le rapport entre le travail effectué par une machine et le travail nécessaire à son fonctionnement. Si une force f, appliquée à une machine sur une distance S, fournit une force F exercée par la machine sur une distance s (on néglige la friction),

$$fS = Fs$$

L'effet mécanique théorique ou le rapport de démultiplication dans le cas ci-dessus est:

$$S/s$$

En réalité, la force obtenue sera inférieure à celle indiquée par l'équation ci-dessus. Si F' est la force réelle obtenue, l'effet mécanique réel sera:

$$F'/f$$

et le rendement de la machine sera:

$$E = \frac{F's}{fS}$$

Résistance : C'est une propriété des conducteurs qui dépend de leurs dimensions, du matériau et de la température; elle modifie le courant produit par une différence de potentiel donné. L'unité de résistance est l'ohm. Un ohm est la résistance à travers laquelle une différence de potentiel de 1 volt produit un courant de 1 ampère. L'ohm international est la résistance offerte à un courant constant par une colonne de mercure d'une masse de 14.4521 g à 0°C, de section constante et d'une longueur de 106.3 cm. On l'appelle aussi l'ohm légal.

Résistance de conducteurs en série et en parallèle : La résistance totale de plusieurs résistances montées en série est égale à la somme des résistances que comprend la série. La résistance totale des conducteurs en parallèle dont les résistances séparées sont r_1, r_2, $r_3 \ldots r_n$ est donnée par la formule :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_n}$$

où R est la résistance totale
Pour deux termes, cette formule devient :

$$R = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}$$

Sel : Un sel est une substance qui cède des ions autres que les ions hydrogène ou hydroxyle. On obtient un sel en remplaçant l'hydrogène d'un acide par un métal.

Sensibilité d'une balance : En supposant que les trois couteaux d'une balance soient alignés, si M est le poids du fléau, h la distance entre le couteau et le centre de gravité situé sous le couteau, L la longueur des bras de la balance, m un petit poids ajouté sur l'un des plateaux, la déflection θ est donnée par la formule :

$$\text{tg } \theta = \frac{mL}{Mh}$$

Solubilité : La solubilité d'un liquide ou d'un solide dans un autre, c'est la masse d'une substance contenue dans une solution qui se trouve en équilibre avec un excès de la substance. Dans ces conditions, on dit que la solution est saturée. La solubilité d'un gaz, c'est le rapport de la concentration du gaz dans la solution sur la concentration du gaz non dissous.

Solution vraie : C'est un mélange, solide, liquide ou gazeux, dans lequel les composants sont répartis uniformément. La proportion de ces composants peut varier dans certaines limites.

Solvant : C'est le constituant d'une solution qui s'y trouve en quantité la plus grande. Dans le cas d'une solution d'un solide ou d'un gaz dans un liquide, c'est aussi ce liquide à l'état pur.

Température : On peut la définir comme la propriété qu'a un corps de transférer de la chaleur vers ou depuis un autre corps. En particulier, c'est une manifestation de l'énergie cinétique translationnelle moyenne des molécules d'un corps qui est dûe à leur agitation.

Tension : C'est la force qui produit une déformation dans un corps. Elle est mesurée par unité de surface; dans le système cgs: dyne/cm^2.

Tension superficielle : Deux fluides en contact l'un avec l'autre révèlent un phénomène de tension à la surface de séparation dû à l'attraction moléculaire. On peut exprimer ce phénomène en

dynes/cm ou en ergs/cm^2.
La force totale F, le long d'une ligne de longueur l, sur la surface d'un liquide dont la tension superficielle est T, est :

$$F = lT$$

Tubes capillaires :Si un liquide de densité d s'élève à une hauteur h dans un tube de rayon interne r, la tension superficielle est :

$$T = \frac{r\,h\,d\,g}{2}$$

La tension est calculée en dynes/cm si r et h sont en cm

d g/cm^3

g cm/sec^2

Gouttes et bulles : La pression, en dynes/cm, dûe à la tension superficielle sur une goutte de rayon r d'un liquide dont la tension superficielle est T (en dynes/cm), est :

$$P = 2T/r$$

Pour une bulle de rayon moyen r (en cm) :

$$P = 4T/r$$

Théorème de Beronoulli : En n'importe quel point d'un tube dans lequel coule un liquide, la somme des énergies de pression, potentielle et cinétique reste constante.
Si p = pression
h = hauteur au-dessus du plan de référence
d = densité du liquide
v = vitesse du flux

$$p + hdg + 1/2\ d\ v^2 = \text{une constante}$$

Théorie atomique : Toute matière est formée de particules extrêmement petites, les atomes. Les atomes d'un élément donné ont tous la même taille et le même poids. Les atomes d'éléments différents sont de taille et de poids différents. Les atomes d'éléments identiques ou différents se combinent entre eux pour former de très petites unités composées, les molécules.

Théorie atomique de Bohr : C'est la théorie selon laquelle les atomes ne peuvent exister durant un certain temps que dans certains états, caractérisés par des orbites électroniques définies c'est à dire par des niveaux d'énergie de leurs électrons bien définis et, dans ces états stationnaires, ils n'émettent pas de radiations. Le passage d'un électron d'une orbite supérieure sur une orbite inférieure s'accompagne d'une radiation monochromatique.

Théorie cinétique appliquée à la pression : $P = 1/3\ Nmv^2$
où N est le nombre de molécules dans l'unité de volumes
m_2 la masse de chaque molécule
v^2 le carré de la moyenne des vitesses moléculaires

Théorie cinétique appliquée aux gaz : On considère que les gaz sont constitués de minuscules particules parfaitement élastiques qui sont sans cesse animées de mouvements très rapides, s'entrechoquant et rebondissant sur les murs du récipient. La pression exercée par un gaz est dûe à l'effet combiné de l'impact des molécules sur ces parois. L'intensité de la pression dépend de l'énergie cinétique des molécules et de leur nombre.

Théorie d'Heisenberg sur la structure atomique : C'est la théorie couramment acceptée de la structure atomique, formulée en 1934 par Heisenberg et selon laquelle le noyau atomique est formé de nucléons (protons et neutrons), tandis que les couches externes sont formées d'électrons. Les nucléons sont reliés entre eux par des forces interactives d'attraction nucléaire. Le nombre de protons est égal au nombre atomique (Z) de l'élément; le nombre de neutrons est égal à la différence entre le nombre de masse et le nombre atomique (A - Z). Le nombre de neutrons en excès sur le nombre de protons est d'importance capitale pour les propriétés radioactives ou la stabilité de l'élément.

Travail : Quand une force agit contre une résistance pour mettre un corps en mouvement, on dit que la force produit un travail. Celui-ci est égal au produit de la force agissant et de la distance parcourue. Les unités cgs du travail sont :
l'erg, qui correspond à une force de 1 dyne agissant sur une distance de 1 cm;
le joule = 1×10^7 ergs;
le joule international, unité d'énergie électrique, est le travail fourni en 1 seconde par un courant de 1 ampère international passant à travers une résistance de 1 ohm international;
le "pied-livre" est le travail requis pour élever une masse de 1 livre sur une distance verticale de 1 pied ($g = 32.174$ pieds/sec^2). Le "foot-poundal" est le travail exercé par une force de 1 "poundal" agissant sur une distance de 1 pied.
Si une force F agit sur une distance s, le travail effectué est : $W = Fs$
Le travail est en erg si F est en dyne et s en cm.
Travail effectué lors d'une rotation : si un couple L (dyne/cm) agit selon un angle θ (radian), le travail fourni (ergs) est :
$W = L\theta$

Triangle ou polygone de forces : Si 3 forces ou plus, agissant en un même point, sont en équilibre, les vecteurs les représentant ajoutés les uns aux autres forment une figure fermée.

Unité de temps : L'unité de temps fondamentale et invariable est la seconde-almanach qui est égale à 1/31 556 925.9747 de l'année tropicale commencée le 1er Janvier 1900 à minuit.
Le jour-almanach correspond à 86 400 secondes-almanach.
L'ancienne unité de temps était la seconde solaire moyenne égale à 1/86 400 du jour solaire moyen.

Unité thermique britannique : C'est la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température d'une livre d'eau de 1°F à, ou près de, son point de densité maximale (39.1°F). La B.T.U. équivaut à 0.252 Kcal.

Valence : Elle désigne le nombre de liaisons qui unisent un atome à d'autres atomes dans une molécule. Un atome peut entrer en combinaison s'il est négatif et peut prendre la place d'un autre atome s'il est positif.

Vapeur : Les mots vapeur et gaz sont souvent employés indifféremment. Vapeur est plus souvent utilisé pour une substance qui, bien qu'elle puisse exister à l'état gazeux, existe généralement à l'état liquide ou solide. Gaz est plus fréquemment utilisé pour une substance qui existe généralement à l'état gazeux. Ainsi on parle de "vapeur" de tétrachlorure d'iode ou de carbone mais de "gaz" oxygène.

Vitesse : C'est le rapport distance/temps. Unité cgs : cm/sec
Si s est la distance parcourue dans le temps t, la vitesse est :

$$v = s/t$$

Volt : C'est l'unité de force électromotrice. C'est la différence de potentiel nécessaire pour engendrer un courant d'une intensité d'un ampère à travers une résistance de 1 ohm.

2. Unités acoustiques et définitions

Pression : L'unité de pression acoustique est la dyne/cm^2 normalement exprimée par la racine de la moyenne des carrés des pressions pour une onde pure sinusoïdale.

Fréquence : L'unité de fréquence est le cycle sec (c/s).

Seuil acoustique : C'est le niveau sonore ou l'intensité tout juste perceptible par un observateur moyen. Pour une note pure sinusoïdale, d'une fréquence de 1000 c/s, il est proche de 0.0002 dyne/cm^2.

Répercussion : C'est le maintien du son en espace clos dû aux multiples réflexions sur les murs, etc.

Coefficient d'absorbtion d'une surface : C'est le rapport de l'énergie sonore absorbée sur l'énergie sonore incidente. La surface absorbante parfaite est celle qui ne réfléchit aucun son. Pour l'unité de surface de différents corps, le coefficient est exprimé en termes de surface équivalente de fenêtre ouverte (on néglige les effets de la diffraction). L'unité est le pied carré de fenêtre ouverte, ou sabine. Le coefficient varie avec la fréquence.

3. Unités de chaleur et définitions

Température : (t ou T) C'est le degré de chaleur habituellement calculé à partir d'un zéro arbitraire sur une échelle arbitraire. Les échelles courantes de température sont l'échelle Celsius ou centigrade, l'échelle Fahrenheit et l'échelle Réaumur. Le zéro des échelles centigrade et réaumur correspondent au point de congélation de l'eau, tandis que celui de l'échelle fahrenheit est la température d'un mélange de sel ordinaire et de glace.

Point de congélation de l'eau :	
Celsius (centigrade)	0°C
Fahrenheit	32°F
Réaumur	0°R

Point d'ébullition de l'eau :	
Celsius	100°C
Fahrenheit	212°F
Réaumur	80°R

Le zéro sur l'échelle Kelvin (0° absolu) est la température la plus basse que l'on puisse atteindre. La graduation de l'échelle Kelvin est la même que celle de l'échelle Celsius. L'échelle Kelvin est celle qui est donnée par la machine théorique de Carnot; elle est identique à l'échelle des gaz parfaits. Le 0° absolu, 0°K, est -273.15°C

Chaleur : C'est une forme d'énergie. L'unité de chaleur est la calorie (cal). Une calorie est la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température de 1g d'eau de 1°C. Cependant, cette quantité de chaleur n'est pas constante: elle dépend de la température initiale de l'eau. Nous définissons la calorie comme la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température de 1 g d'eau de 14.5°C à 15.5°C.
On définit la calorie moyenne comme le 1/100 de la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température de 1 g d'eau de 0°C à 100°C. Pour éviter ces problèmes de définitions, on a proposé d'abandonner la calorie et de lui substituer le joule mais cela n'a pas encore été accepté de façon générale.

Note : 1 calorie = $\frac{3600}{860}$ joules = 4.186 joules

Unité thermique britannique (B.T.U.) : C'est la quantité de chaleur nécessaire pour élever une livre d'eau de 1°F = 252 cal

Unité de chaleur centigrade : C'est la quantité de chaleur nécessaire pour élever une livre d'eau de 1°C = 453.6 cal.

La thermie = 100 000 B.T.U.

Une kilocalorie = 1000 calories. C'est la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température de 1 kg d'eau de 1°C.

Chaleur spécifique : C'est la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température de 1 g d'une substance de 1°C divisée par la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température de 1 g d'eau de 1°C. C'est donc le nombre de calories nécessaires pour élever la température de 1 g du corps de 1°C.

Capacité calorifique : C'est la quantité de chaleur requise pour élever la température d'un corps de 1°C.

Equivalent-eau : C'est le nombre de grammes d'eau qui a la même capacité calorifique que le corps donné.

Conductivité thermique (k) : C'est la quantité de chaleur passant par seconde entre les deux faces parallèles d'une unité de surface séparées par une unité de longueur; les températures des deux faces sont maintenues à une différence d'un degré entre elles. Toute la chaleur pénètre d'un côté et ressort de l'autre.

Chaleur latente de fusion (de vaporisation) : C'est la quantité de chaleur nécessaire pour amener 1 g d'un corps à son point de fusion (à son point d'ébullition) en le faisant passer à l'état liquide (à l'état gazeux) la température restant constante.

Coefficient d'expansion linéaire (volumique) d'un corps : C'est l'augmentation en longueur (en volume) par unité de longueur (de volume) pour une élévation de température de 1°C.

Température critique d'un gaz : C'est la température au-dessus de laquelle la pression ne suffit plus à liquéfier ce gaz. Pour liquéfier un gaz, il faut le refroidir à une température inférieure à sa température critique avant de le comprimer.

Pression critique : C'est la pression qui permet de liquéfier un gaz juste en-dessous de sa température critique.

Volume critique : C'est le volume occupé par une unité de masse d'un gaz à sa température critique et à sa pression critique. C'est la réciproque de la densité critique. Il s'agit souvent du volume d'une molécule-gramme d'un gaz à sa température et sa pression critiques.

4. Quelques données de mécanique

MOMENTS D'INERTIE

M = masse d'un corp

Corps	Axe d'oscillation	Moments d'inertie
Baguette uniformément mince (longueur = l)	Au bout. $\perp$ à la longueur	$M\frac{l^2}{3}$
Baguette uniformément mince (long. = l)	Au milieu. $\perp$ à la longueur	$M\frac{l^2}{12}$
Lamelle rectangulaire (long. des côtés = a et b)	Au travers du centre de gravité. Parallèle au côté b	$M\frac{a^2}{12}$
Lamelle rectangulaire (long. côtés = a et b)	Au travers du centre de gravité. Perpendiculaire au plan	$M\frac{a^2+b^2}{12}$
Solide rectangulaire (côtés = a, b, c)	A travers le centre de gravité $\perp$ au côté ab	$M\frac{a^2+b^2}{12}$
Lamelle circulaire (rayon r)	N'importe quel diamètre	$M\frac{r^2}{4}$
Lamelle circulaire (rayon r)	A travers le centre $\perp$ au plan	$M\frac{r^2}{2}$
Cylindre droit (rayon r)	Axe du cylindre	$M\frac{r^2}{2}$
Cylindre creux (rayon externe: R rayon interne: r)	Axe du cylindre	$M\frac{R^2+r^2}{2}$
Cylindre droit (hauteur: l rayon: r)	A travers le centre $\perp$ à l'axe de la figure	$M\left(\frac{l^2}{12}+\frac{r^3}{4}\right)$
Sphère (rayon: r)	N'importe quel diamètre	$M\frac{2r^2}{5}$
Sphère creuse (rayon interne: r rayon externe: R)	N'importe quel diamètre	$M\left(\frac{(2R^5-r^3)}{5R^3-r^3}\right)$

5. Unités photométriques et optiques. Définitions

Intensité lumineuse : L'unité d'intensité lumineuse employée encore couramment, c'est la bougie définie en 1860 comme l'énergie lumineuse émise par seconde dans toutes les directions par une bougie de blanc de baleine brûlant uniformément et consumant la cire à une vitesse connue. Cependant, depuis 1909, on la définit comme la lumière émise par seconde dans toutes les directions par une lampe électrique aux caractéristiques bien définies. Depuis 1921, on appelle cette unité la bougie internationale. Une nouvelle unité, la candella (cd), a récemment été adoptée au niveau international (1945, 1948). On la définit comme la 1/60 partie de la lumière émise par cm^2/sec par un corps noir à la température de congélation du platine.
Une candella = 0.982 bougie internationale.

Flux lumineux : On définit l'unité du flux lumineux, le lumen (lm), comme l'énergie lumineuse émise par seconde dans une unité d'angle solide par une source ponctuelle uniforme d'une intensité d'une candella. Ainsi, 4π x flux lumineux = intensité lumineuse. L'unité d'angle solide, le stéradian, est l'angle solide ayant un sommet au centre d'une sphère, et découpant sur la surface de cette sphère une aire égale à celle d'un carré ayant pour côté le rayon de la sphère.

Illumination d'une surface : On la définit comme le flux lumineux qui l'atteint perpendiculairement par unité de surface. L'unité britannique est le lumen/pied carré, autrefois appelé le foot-candle (f.c.). L'unité dans le système métrique, est le lumen/mètre carré ou lux (lx).

Loi du cosinus de Lambert : Pour une surface recevant un rayon lumineux oblique, l'illumination est proportionnelle au cosinus de l'angle que forme le rayon avec la normale à la surface.

Brillance d'une surface : C'est la propriété par laquelle une surface semble émettre plus ou moins de lumière en direction de l'observateur. Il s'agit d'une quantité subjective. En physique, l'unité de mesure de la lumière réellement émise est appelée la luminance.

Luminance d'une surface : C'est la lumière réellement émise (c'est à dire l'intensité lumineuse) par unité de surface projetée, le plan de projection étant perpendiculaire à la direction de vue. Unité : bougie/foot carré ou bougie/m^2. En Sciences techniques, la luminance d'une surface idéale émettant ou réfléchissant 1 lumen/$foot^2$ est appelée un foot-lambert (ft-L). Un diffuseur idéal d'une luminance de 1 bougie/$foot^2$, émet π lumens/$foot^2$.

Vitesse de la lumière : $c = 2.998 \times 10^{10}$ cm/sec = 186 300 miles/sec dans le vide.

Angstrom : C'est l'unité de longueur d'onde de la lumière.

$$1\ \text{Å} = 10^{-8}\ \text{cm}$$

Indice de réfraction d'un corps (μ) : C'est le rapport entre la vitesse de la lumière dans l'espace et la vitesse de la lumière dans le corps en question.

Loi de Snell : Soit un rayon lumineux incident frappant la surface de contact entre deux milieux; le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence (angle compris entre le rayon lumineux qui traverse le premier milieu et la perpendiculaire à la surface de contact) et le sinus de l'angle de réfraction (angle compris entre le rayon réfracté dans le second milieu et la normale) est une constante égale au rapport inverse des indices de réfraction des deux milieux.

Un dioptre : C'est l'unité de mesure de la puissance d'une lentille; elle est numériquement égale à la réciproque de la longueur focale exprimée en mètres.

6. Equivalences entre les systèmes d'unités

Unité	Equivaut à	Réciproque
Longueur		
1 inch	2.540 cm	0.3937
1 yard	0.91439141 m	1.093615
1 mile	8 km = 5 miles environ	
Surface		
1 in^2	6.452 cm^2	0.1550
1 ft^2	0.09290 m^2	10.764
1 yd^2	0.8361 m^2	1.196
1 $mile^2$	2.590 km^2	0.3861
Volume		
1 in^3	16.39 cm^3	0.06102
1 ft^3	28.32 litres	0.03531
	0.02832 m^3	35.314
1 yd^3	0.764553 m^3	1.30795
1 gallon	4.546 litres	0.2200
	0.004546 m^3	220.00
	277.42 in^3 (en G.B.)	0.003606
1 gallon (U.S.A.)	231 in^3	0.004329
	3.785332 litres	

Masse

1 oz (avoir)	28.35	0.03527
1 lb (avoir)	0.4535923 kg	2.204623
	7000 grains (Troy)	0.0001429
1 ton	1016 kg	0.0009842

Densité

1 lb/ft	0.01602 g/cm^3	62.43
	16.02 kg/m^3	0.06243

Force

1 poundal	13825 dynes	7.233×10^{-5}
	0.13825 newtons	7.233
1 lb (poids d'une masse d'1 lb)	4.448×105 dynes	2.248×10^{-6}
	4.448 newtons	0.2248
1 newton	10^5 dynes	10^{-5}

Pression

1 lb/in	68948 $dynes/cm^2$	1.450×10^{-5}
	70.31 g/cm^2	0.01422
	703.1 kg/m^2	0.001422
	6894.8 $newtons/m^2$	1.45×10^{-4}

Energie

1 footpoundal	0.04214 joules	23.73
1 ft lb	1.356 joules	0.7375
1 kw/h	1 unité d'énergie électrique définie par le bureau des Poids et Mesures=	
	3.6×10^6 joules	0.2778×10^{-6}

Puissance

1 CV	0.746 KW	1.34
	550 ft lbs/sec	0.001818

Electricité

1 ampère	3×10^9 e.s.u. d'intensité électrique (vitesse de charge)
	0.1 e.m.u. d'intensité électrique
1 volt	10^8 e.m.u. de différence de potentiel
	1/300 e.s.u. de différence de potentiel
1 ohm	10^9 e.m.u. de résistance
	1.11×10^{-11} e.s.u. de résistance

1 coulomb	3×10^9 e.s.u. de quantité 0.1 e.m.u. de charge (quantité)	
1 farad	10^{-9} e.m.u. de capacitance 3×10^{11} e.s.u. de capacitance	
1 henry	10^9 e.m.u. d'inductance 1.11×10^{-11} e.s.u. d'inductance	

Magnétisme

1 weber/m^2	10^4 gauss	
1 ampère/m	$4\pi \times 10^{-3}$ oersteds (système c.g.s.)	
1 weber	10^8 maxwells	
1 pole (système M.K.S.)	$\frac{10^8}{4\pi}$ poles (système c.g.s.)	

Divers

1 degré	0.01745 radians	57.296
1 kilocalorie	3.968 lb-degrés F	0.2520
1 lb eau à 620°F	0.4546 litres	2.200
	101000 gallons	10.00
1 lb eau à 4°F	0.01602 ft^3	62.43
1 atmosphère	14.70 lb/in^2	0.06805
	1013250 dynes/cm^2	0.9869×10^{-6}
	760 mm de mercure	0.1314×10^{-2}
1 milé/heure	1.467 ft/sec	0.6818
	44.70 cm/sec	0.02237
Constante universelle de l'accélération dûe à la gravité	980.695 cm/sec^2 32.1741 ft/sec^2	
1 molécule-gramme (1 mole) de gaz	22.4 litres à température et pression normales	
1 litre d'air à température et pression normales	1.293 g	
1 noeud	1 mille marin/heure 6082.66 ft/h	
1 noeud marin	6080 ft/h	

Mesures de Longueur

1 mille (mil) = 0.001 inch = 25.4001 microns = 0.254001 mm
1 main (hand) = 4 inches = 10.06 cm
1 empan (span) = 9 inches = 22.86005 cm
1 brasse (fathom) = 6 feet = 1.828804 m
1 link (link) = 0.66 ft = 7.93 inches = 20.11684 cm
1 perche (rod) = 25 links = 5.029210 m
1 chaîne d'arpenteur ou chaîne de Gunter = 4 rods = 100 links = 66 ft = 50.11684 m
1 chaîne d'ingénieur ou chaîne de Ransden = 100 links de 1 foot chacun = 100 feet = 30.480 m
1 mille nautique international = 1.151 mille anglais = 1 852 m
1 yard anglais = 3 feet = 36 inches = 0.914399 m
1 inch anglais = 2.539998 cm
1 mille anglais = 1760 yards = 1.60934 km
1 furlong = 40 rods = 220 yards = 660 feet = 201.168 m
1 pole anglais = 5.5 yards = 5.0292 m = à peu près 1 rod
1 brasse anglaise (British fathom) = 6 feet
1 toise = 6 pieds parisiens = 1.94904 m
1 pied parisien (Paris foot) = 12 pouces parisiens = 0.324839 m
1 pouce parisien (Paris inch) = 12 lignes parisiennes = 2.707 cm
1 ligne parisienne (Paris line) = 0.225583 cm

1 année lumière = 5.9×10^{12} miles = 9.5×10^{12} km
1 point = 1/72 ou 0.01389 inch
1 ligne (line) = 1/12 ou 0.083333 inch
1 coudée (cubit) = 18 inches
1 U.S. mile = 320 rods = 1760 yards = 5 280 feet = 63360 inches
10 mètres = 1.98838 rods
1 Angstrom (Å) = 3.937×10^{-9} inch
1 micron (μ) = 3.967×10^{-5} inch

Unités de masse

On utilise trois systèmes : avoirdupoids, troy et apothicaire.
Le grain a la même mesure dans les trois systèmes (0.0648 g).

Système des apothicaires (mesures liquides)

1 fluid ounce (fl.oz.) = 1.80469 in^3
1 gallon = 128 fl.oz. = 8 pints
1 British Imperial gallon = 8 pints = 160 fl.oz. = 4.5459631 l
1 British fluid ounce = 8 drachms = 28.4130 cm^3
1 British fluid drachm = 60 minims = 3.5515 cm^3
1 British minim = 0.059194 cm^3

Système commercial américain Avoirdupoids

La livre (pound) standard américaine avoirdupoids est égale à 453.5924277 g. C'est le poids de 27.692 in^3 d'eau pesée à 40°C et à une pression de 760 mm de mercure.
1 short hundred weight (cwt) = 100 pounds = 45.359243 kg
1 short ton = 20 cwt = 2430.56 pounds (troy) = 907.18486 kg = 0.892857 long ton = 29166.66 ounces (troy ou apothicaire)

1 stone (britannique) = 14 pounds = 6.350 kg
1 quarter (britannique) = 28 pounds = 12.70 kg
1 long hundred weight (brit.) = 4 quarters = 112 pounds = 50.802352 kg
1 long ton = 1.12 short tons = 2722.22 pounds (troy) = 1.01605 tonnes métriques
1 long ton (brit.) = 20 long hundred weight = 1016.04704 kg
1 livre avoirdupoids = 5.21528 pounds (troy ou apothicaire) = 14.5833 troy ounces
1 once avoirdupoids (avoirdupoids ounce) = 0.911458 ounce (troy ou apothicaire)

Unités de volume

1 board foot (bd.ft.) = 144 in^3 = 2359.8 cm^3
1 corde (cord) = 128 ft^3 = 3.625 m^3
1 British cubic foot (pied cubique anglais) = 1728 in^3 = 0.083168 m^3
1 British cubic yard = 27 ft^3 = 0.764553 m^3
1 cubic foot = 6.229 British gallons = 7.481 U.S. gallons
1 cubic yard = 168.17 British gallons

Unités de masse (système métrique)

1 kilogramme = 15432.35639 grains = 0.00110231 short ton = 0.00098421 long ton
1 carat = 200 milligrammes = 3.0864712 grains
1 myriagram = 10000 grammes = 10 kilogrammes = 22.04622 livres avoirdupoids
1 quintal = 100 kg = 220.4622 livres avoirdupoids
1 millier ou tonne = 1000 kg = 2204.622 livres avoirdupoids = 2679.229 pounds (troy) = 0.9842364 long ton = 1.1023112 short tons

Mesures de capacité

Un litre est le volume d'eau pure à 40°C et 760 mm de pression qui pèse 1 kilogramme.
1 litre = 1.000027 dm^3 = 1000.027 cm^3 = 270.518 fl.drachms = 33.8147 fl.oz. = 1.05671 quarts liquides = 0.264178 gallons = 1.81620 dry pints = 0.908102 dry quarts = 0.113513 pecks = 0.0283782 bushels
1 millilitre = 16.2311 minims = 0.061025 in^3

Mesure des liquides

a) système américain

1 canon (gill) = 4 fl.oz. = 1.18292 dl
1 gallon d'eau à 15°C pèse environ 8.337 pounds (livres avoirdupoids) ou 3.788 kg = 0.83268 British gallon
1 fût (hogshead) = 63 gallons
1 quartaut (firkin) = 9 gallons = 34.06799 litres
1 tonneau (tun) = 252 gallons

b) système britannique

1 British gill = 1.4206 dl
1 British pint = 4 gills = 0.56825 litres
1 British quart = 2 pints = 1.1365 litres
1 British gallon = 4 quarts = 277.42 in^3 = 0.16054 ft^3 = 4.5459631 litres
1 gallon britannique d'eau à 15°C pèse 10 pounds = 1.20094 gallons américains.

7. Valeurs décimales de fractions courantes

	1/32	2/64	=	0.03125		17/32	34/64	=	0.53125
1/16	2/32	4/64	=	.0625	9/16	18/64	36/64	=	.5625
	2/32	6/64	=	.09375		19/32	38/64	=	.59375
1/8	4/32	8/64	=	.125	5/8	20/32	40/64	=	.625
	5/32	10/64	=	.15625		21/32	42/64	=	.65625
3/16	6/32	12/64	=	.1875	11/16	22/32	44/64	=	.6875
	7/32	14/64	=	.21875		23/32	46/64	=	.71875
1/4	8/32	16/64	=	.25	3/4	24/32	48/63	=	.76
	9/32	18/64	=	.28125		25/32	50/64	=	.78125
5/16	10/32	20/64	=	.3125	13/16	26/32	52/64	=	.8125
	11/52	22/64	=	.34375		27/32	54/64	=	.84375
3/8	12/32	24/64	=	.375	7/8	28/38	56/64	=	.875
	13/32	26/64	=	.04625		29/32	58/64	=	.90625
7/16	14/32	28/64	=	.4375	15/16	30/32	60/64	=	.9375
	15/32	30/64	=	.46875		31/32	62/64	=	.96875
51/2	16/32	32/64	=	.50					

8. Constantes diverses

Rayon de la terre à l'équateur = 6378.388 km = 3963.34 miles (milles anglais)
Rayon de la terre au pôle = 6356.918 km = 3946.99 miles (anglais)

1° de latitude à 40° = 69 miles

1 mille nautique international = 1.15078 miles (milles anglais) = 1852 m = 6080 feet

Densité moyenne de la terre = 5.522 g/cm^3 = 344.7 lb/ft^3

Constante de gravitation = $6.673 \pm 0.003 \times 10^{-8} cm^3/g/sec^2$

Accélération dûe à la pesanteur, au niveau de la mer, à 45° de latitude = 980.621 cm/sec^2 = 32.1715 ft/sec^2

1 noeud international = 101.289 ft/min = 1.6878 ft/sec = 1.1508 miles/heure

1 micron = 10^{-4} mm

1 Angstrom = 10^{-8} cm

Masse de l'atome d'hydrogène = $1.67339 \pm 0.00031 \times 10^{-24}$ g

Nombre d'Avogadro (chimie) = $6.02322 \pm 0.00016 \times 10^{-23}$ par molécule gramme
Nombre d'Avogadro (physique) = $6.02486 \pm 0.00061 \times 10^{-23}$ par molécule gramme

Constante de Planck = $6.62517 \pm 0.00023 \times 10^{-27}$ erg/sec

Densité du mercure à 0°C = 13.5955 g/cm^3

Densité de l'eau à 3.98°C = 0.999973 g/cm^3

Densité de l'air à 0°C à 760 mm = 1.2929 g/litre

Vitesse du son dans l'air sec, à 0°C = 331.36 m/sec = 1087.1 ft/sec

Vitesse de la lumière dans le vide = $2.99793 \pm 0.000004 \times 10^{10}$ cm/sec

Chaleur latente de fusion de l'eau à 0°C = 79.71 cal/g
Chaleur latente de vaporisation de l'eau à 100°C = 539.55 cal/g

Equivalent électrochimique de l'argent = 0.001118 g/sec A

9. La terre

Rayon polaire = 6357 km = 3951 miles

Rayon équatorial = 6378 km = 3964 miles

Rayon moyen = 6371 km = 3960 miles

Masse = 5.980×10^{27} g = 5.886×10^{21} tonnes

1° de latitude à l'équateur = 110.5 km = 68.70 miles
1° de latitude aux pôles = 111.7 km = 69.41 miles
1° de longitude à l'équateur = 111.3 km = 69.17 miles

Inclinaison de l'équateur sur l'écliptique = 23°27'

Point le plus haut (Mt Everest) = 29 028 ft (levé topographique indien, 1954)
Profondeur la plus grande (Fosse de Mindanao, à l'Est des Philippines) = 10854 m = 35 610 ft

Superficie des terres émergées = 148.8×10^6 km^2 = 5.747×10^7 miles
Superficie des mers = 361.3×10^6 km^2 = 13.95×10^7 miles

Principaux éléments de la croûte terrestre (% de poids):

oxygène	49.13%	silice	26%	aluminium	7.45%
calcium	3.25%	sodium	2.4%	potassium	2.35%
magnesium	2.35%	hydrogène	1.0%	le reste	1.87%

Principaux éléments dans l'hydrosphère :

Oxygène	85.89%	hydrogène	10.82%	chlore	1.90%
sodium	1.06%	le reste	0.33%		

Accélération dûe à la pesanteur (g) : Quelque soit la latitude (λ) et la hauteur h (en mètres) au-dessus du niveau de la mer,

$$g = 980.616 - 2.5928 \cos 2\lambda + 0.0069 \cos^2 2\lambda - 0.003\ h$$

10. Masses atomiques

On a inclus tous les éléments connus dans cette liste. Plusieurs de ceux récemment découverts ne sont représentés que par leurs isotopes instables. La valeur entre parenthèses, dans la colonne des masses atomiques, est le nombre de masse de l'isotope le plus stable.

Nom	Symbole	Nombre atomique	Poids atomique international 1961	1959	Valence
Actinium	Ac	89		(227)	
Aluminium	Al	13	26.9815	26.98	3
Americium	Am	95		(243)	3,4,5,6
Antimoine, stibium	Sb	51	121.75	121.76	3,5
Argon	Ar	18	39.948	39.944	0
Arsenic	As	33	74.9216	74.92	3,5
Astatine	At	85		(210)	1,3,5,7
Barium	Ba	56	137.34	137.36	2
Berkelium	Bk	97		(249)	3,4
Beryllium	Be	4	9.0122	9.013	2
Bismuth	Bi	83	208.980	208.99	3,5
Bore	B	5	10.811	10.82	3
Brome	Br	35	79.909	79.916	1,3,5,7
Cadmium	Cd	48	112.40	112.41	2
Calcium	Ca	20	40.08	40.08	2
Californium	Cf	98		(251)	
Carbone	C	6	12.01115	12.011	2,4
Cerium	Ce	58	140.12	410.13	3,4
Cesium	Cs	55	132.905	132.91	1
Chlore	Cl	17	35.453	35.457	1,3,5,7
Chrome	Cr	24	51.996	52.01	2,3,6
Cobalt	Co	27	58.9332	58.94	2,3

Nom	Symbole	Nombre atomique	Poids atomique international 1961	1959	Valence
Columbium, voir Niobium					
Cuivre	Cu	29	63.54	63.54	1,2
Curium	Cm	96		(247)	3
Dysprosium	Dy	66	162.50	162.51	3
Einsteinium	Es	99		(254)	
Erbium	Er	68	167.26	167.27	3
Europium	Eu	63	151.96	152.0	2,3
Fermium	Fm	100		(253)	
Fluor	F	9	18.9984	19.00	1
Francium	Fr	87		(223)	1
Gadolinium	Gd	64	157 25	157.26	3
Gallium	Ga	31	69.72	69.72	2,3
Germanium	Ge	32	72.59	72.60	4
Or, aurum	Au	79	196.967	197.0	1,3
Hafnium	Hf	72	178.49	178.50	4
Helium	He	2	4.0026	4.003	0
Holmium	Ho	67	164.930	164.94	3
Hydrogène	H	1	1.00797	1.0080	1
Indium	In	49	114.82	114.82	3
Iode	I	53	126.9044	126.91	1,3,5,7
Iridium	Ir	77	192.2	192.2	3,4
Fer, ferrum	Fe	26	55.847	55.85	2,3

Nom	Symbole	Nombre atomique	Poids atomique international 1961	1959	Valence
Krypton	Kr	36	83.80	83.80	0
Lanthanum	La	57	138 91	138.92	3
Plomb, .plumbum	Pb	82	207 19	207.21	2,4
Lithium	Li	3	6.939	6.940	1
Lutetium	Lu	71	174.97	174.99	3
Magnésium	Mg	12	24.312	24.32	2
Manganèse	Mn	25	54.9380	54.94	2,3,4,6,7
Mendelevium	Md	101		(256)	
Mercure, hydrargyrum	Hg	80	200.59	200.61	1,2
Molybdène	Mo	42	95.94	95.95	3,4,6
Neodymium	Nd	60	144.24	144.27	3
Neon	Ne	10	20.183	20.183	0
Neptunium	Np	93		(2 7)	4,5,6
Nickel	Ni	28	58.71	58.71	2,3
Niobium (columbium)	Nb	41	92.906	92.91	3,5
Nitrogène	N	7	14.0057	14 008	3,5
Nobelium	No	102		(254)	
Osmium	Os	76	190.2	190.2	2,3,4,8
Oxygène	O	8	15.9994	16.000	2
Palladium	Pd	46	106.4	106.4	2,4,6
Phosphore	P	15	30.9738	30.975	3,5
Platine	Pt	78	195.09	195.09	2,4
Plutonium	Pu	94		(242)	3,4,5,6
Polonium	Po	84		(210)	
Potassium, kalium	K	19	39.102	39.100	1
Praseodymium	Pr	59	140.907	140.92	3
Promethium	Pm	61		(147)	3
Protactinium	Pa	91		(231)	
Radium	Ra	88		(226)	2
Radon	Rn	86		(222)	0
Rhenium	Re	75	186.92	186.22	
Rhodium	Rh	45	102.05	102.91	3
Rubidium	Rb	37	85.47	85.48	1
Ruthenium	Ru	44	101.07	101.1	3,4,6,8
Samarium	Sm	62	150.35	150.35	2,3
Scandium	Sc	21	44.956	44.96	3
Selenium	Se	34	78.96	78.96	2,4,6
Silice	Si	14	28.086	28.09	4

Nom	Symbole	Nombre atomique	Poids atomique international 1961	1959	Valence
Argent	Ag	47	107.870	107.873	1
Sodium natrium	Na	11	22.9898	22.991	1
Strontium	Sr	38	87.62	87.63	2
Soufre	S	16	32.064	32.066*	2,4,6
Tantale	Ta	73	180.948	180.95	5
Technetium	Tc	43	.....	(99)	6,7
Tellurium	Te	52	127.60	127.61	2,4,6
Terbium	Tb	65	158.924	158.93	3
Thallium	Tl	81	204.37	204.39	1,3
Thorium	Th	90	232.038	(232)	4
Thulium	Tm	69	168.934	168.94	3
Etain, stannum	Sn	50	118.69	118.70	2,4
Titane	Ti	22	47.90	47.90	3,4
Tungstène, wolfram	W	74	183.85	183.86	6
Uranium	U	92	238.03	238.07	4,6
Vanadium	V	23	50.942	50.95	3,5
Xenon	Se	54	131.30	131.30	0
Ytterbium	Yb	70	173.04	173.04	2,3
Yttrium	Y	39	88.905	88.91	3
Zinc	Zn	30	65.37	65.38	2
Zirconium	Zr	40	91.22	91.22	4

* En raison des variations naturelles dans l'abondance relative des isotopes du soufre, il convient de modifier la masse atomique de cet élément de ± 0.003

** Les masses atomiques de 1959 sont basées sur O_2 = 16.00, tandis que celles de 1961 sont basées sur l'isotope C^{12}.

11. Différences de poids dans l'air et dans le vide

Quand un poids est pesé dans l'air (M en grammes), pour obtenir le poids du corps dans le vide, il est nécessaire de tenir compte de la poussée de l'air. On a calculé les valeurs de ce tableau pour une densité de l'air de 0.0012. Le poids corrigé est M + kM/1000. Les valeurs de k sont données dans le tableau suivant :

Densité du corps pesé	Facteur de correction k		
	Poids en platine et en irridium	Poids en bronze	Poids en aluminium ou en quartz
.5	+2.34	+2.26	+1.95
.6	+1.94	+1.86	+1.55
.7	+1.66	+1.57	+1.26
.75	+1.55	+1.46	+1.15
.80	+1.44	+1.36	+1.05
.85	+1.36	+1.27	+0.96
.90	+1.28	+1.19	+ .88
.95	+1.21	+1.12	+ .81
1.00	+1.14	+1.06	+ .75
1.1	+1.04	+0.95	+ .64
1.2	+0.94	+0.86	+ .55
1.3	+ .87	+ .78	+ .47
1.4	+ .80	+ .71	+ .40
1.5	+ .75	+ .66	+ .35
1.6	+ .69	+ .61	+ .30
1.7	+ .65	+ .52	+ .21
1.8	+ .62	+ .52	+ .21
2.0	+ .54	+ .46	+ .15
2.5	+ .43	+ .34	+ .03
3.0	+ .34	+ .26	- .05
4.0	+ .24	+ .16	- .15
6.0	+ .24	+ .06	- .25
8.0	+ .09	+ .01	- .30
10.0	+ 06	- .02	- .33
15.0	+ .03	- 04	- .37
20.0	+ .004	- .08	- .39
22.0	- .001	- .09	- .40

12. Densité de divers solides

Densité approchée de divers solides à température normale. Dans le cas de substances comprenant des vides, telles que le papier ou le cuir, on a indiqué la densité globale plutôt que la densité de la partie solide.
(Valeurs tirées principalement des Smithsonian Tables)

Corps	Grammes/cm^3	Pounds/ft^3
Amiante	2.0 - 2.8	125 - 175
Bitume	1.1 - 1.5	69 - 94
Cire d'abeille	0.96 - 0 97	60 - 61
Os	1.7 - 2.0	106 - 125
Brique	1.4 - 2.2	87 - 137
Beurre	0.86 - 0.87	53 - 54
Camphre	0.99	62
Caoutchouc	0.92 - 0.99	57 - 62
Carton	0.69	43
Celluloid	1.4	87
Ciment	2.7 - 3.0	170 - 190
Craie	1.9 - 2.8	118 - 175
Charbon de bois (chêne)	0.57	35
Argile	1.8 - 2.6	112 - 162
Charbon (anthracite)	1.4 - 1.8	87 - 112
Charbon bitumineux	1.2 - 1.5	75 - 94
Coke	1.0 - 1.7	62 - 105
Copal	1.04 - 1.14	65 - 71
Liège	0.22 - 0.26	14 - 16
Silex	2.63	164
Verre commun	2.4 - 2.8	150 - 175
Granite	2.64 - 2.76	165 - 172
Graphite	2.30 - 2.72	144 - 170
Gomme arabique	1.3 - 1.4	81 - 87
Gypse	2.31 - 2.33	144 - 145
Glace	0.92	57.2
Ivoire	1.83 - 1.92	114 - 120
Cuir sec	0.86	54
Chaux éteinte	1.3 - 1.4	81 - 87
Craie	2.68 - 2.76	167 - 171
Marbre	2.8 - 2.84	175 - 177
Mica	2.6 - 3.2	163 - 200
Papier	0.7 - 1.15	44 - 72
Porcelaine	2.3 - 2.5	143 - 156
Quartz	2.65	165
Résine	1.07	67
Caoutchouc durci	1.18	74
Caoutchouc élastique	0.9	56
Grès	2.28 - 2.36	142 - 147
Silice trémolitique	2.21	138
Stéatite	2.6 - 2.9	162 - 181
Stupéfié	1.26	79
Suif	0.94	59

Talc	2.7 - 2.8	168 - 174
Goudron	1.02	66
Cire à cacheter	1.8	112
Balsa	0.11 - 0.14	7 - 9
Bambou	0.31 - 0.40	19 - 25
Hêtre	0.70 - 0.90	43 - 56
Buis	0.95 - 1.16	59 - 72
Cèdre	0.49 - 0.57	30 - 35
Orme	0.54 - 0.60	34 - 37
Teck	0.66 - 0.88	41 - 55
Gomme soluble à l'eau	1.00	62
Saule	0.40 - 0.60	24 - 37

13. Tension superficielle (à l'interface fluide/air à 20°C)

Acétone	23.7 dyne/cm
Benzène	28.9
Tétrachlorure de carbone	26.8
Chloroforme	27.1
Alcool éthylique	22.3
Ether	17
Glycérine	23.14
Mercure	48.7
Alcool méthylique	22.6
Phénol	40.9
Toluène	28.4
Eau	72.75

14. Force électromotrice approchée des piles

	2 volts
Bichromate	1.9
Bunsen	1.08
Daniell	1.8
Grove	1.46
Leclanché	1.5
Pile sèche	1.3
Nickel-Cadmium	1.4
Nickel-Fer	1.8
Oxyde de Zinc et d'argent	
(accumulateur 1.85 - 2.2 volts)	

15. Pression de vapeur d'eau saturée en mm de mercure

Température °C	Pression mm	Temp. °C	Press. mm	Temp. °C	Press. mm
-10°	2.16	11°	9.83	35°	42.14
- 9°	2.32	12°	10.50	40°	55.29
- 8°	2.51	13°	11.22	45°	71.84
- 7°	2.71	14°	11.97	50°	92.49
- 6°	2.93	15°	12.77	55°	118.0
- 5°	3.16	16°	13.62	60°	149.4
- 4°	3.41	17°	14.51	65°	187.6
- 3°	3.67	18°	15.46	70°	233.7
- 2°	3.96	19°	16.45	75°	289.1
- 1°	4.26	20°	17.51	80°	355.2
0°	4.58	21°	18.63	85°	433.6
1°	4.92	22°	19.81	90°	525.9
2°	5.29	23°	21.04	95°	634.6
3°	5.68	24°	22.35	99°	733.2
4°	6.09	25°	23.78	100°	760.0
5°	6.54	26°	25.18	101°	787.5
6°	7.01	27°	26.71	105°	906.1
7°	7.49	28°	28.38	110°	1974.6
8°	8.03	29°	30,08	150°	3570.1
9°	8.60	30°	31.79	200°	11664
10°	9.20				

N.B. Le point d'ébullition de l'eau s'élève de 0.37°C pour une augmentation de pression atmosphérique de 10 mm.

16. Humidité relative d'après un thermomètre à réservoir sec et un thermomètre à réservoir humide

On définit l'humidité relative comme le rapport, en pourcentage, entre la pression réelle de la vapeur et la pression de vapeur saturée, la température étant celle du thermomètre à réservoir sec. Ce dernier est un thermomètre ordinaire; le thermomètre à réservoir humide est de forme semblable mais son réservoir est entouré d'une mèche qui trempe dans l'eau. Par capillarité, la mèche se mouille et mouille le thermomètre. En conditions normales, l'évaporation de l'eau fait baisser la température du réservoir. La différence dans les lectures des deux thermomètres est appelée "dépression du réservoir mouillé". Les tableaux ci-dessous donnent les humidités relatives pour différentes températures données par le thermomètre à réservoir sec et

indiquent les valeurs de la dépression. Les températures sont en °F.

Dépression du réservoir humide	Température du réservoir sec (°F)														
	32°	34°	36°	38°	40°	42°	44°	46°	48°	50°	52°	54°	56°	58°	60°
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1°F	89	90	90	91	91	91	92	92	92	93	93	93	94	94	94
2°F	79	79	80	81	82	83	84	84	85	86	86	87	87	88	88
3°F	—	70	70	72	73	74	75	77	77	79	79	80	81	82	82
4°F	—	—	60	63	65	66	68	69	70	72	73	74	75	76	77
5°F	—	—	—	54	56	58	60	62	63	65	66	68	69	70	71
6°F	—	—	—	44	47	50	52	56	59	59	60	61	63	64	65
7°F	—	—	—	—	39	42	45	47	49	52	54	55	57	59	60
8°F	—	—	—	—	30	34	37	40	42	45	47	49	51	53	55
9°F	—	—	—	—	—	26	29	33	36	38	41	43	46	48	50
10°F	—	—	—	—	—	18	22	26	29	32	35	38	40	42	44

Dépression du réservoir humide	Température du réservoir sec (°F)														
	62°	64°	66°	68°	70°	72	74°	76°	78°	80°	82°	84°	86°	88°	90°
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1°F	94	94	95	95	95	9	95	95	95	96	96	96	96	96	96
2°F	88	89	89	90	90	9	90	91	91	91	91	92	92	92	92
3°F	83	83	84	84	85	8	86	86	86	87	87	87	88	88	88
4°F	87	78	79	79	80	8	81	82	82	83	83	83	84	84	84
5°F	72	73	74	75	75	7	77	78	78	79	79	79	80	80	81
6°F	67	68	69	70	71	7	72	73	74	74	75	76	76	77	77
7°F	61	63	64	65	66	6	68	69	70	70	71	72	72	73	74
8°F	56	58	59	60	62	6	64	65	66	66	67	68	69	69	70
9°F	51	53	54	56	57	5	60	61	62	63	64	64	65	66	67
10°F	46	48	50	51	53	5	56	57	58	59	60	61	62	63	63
12°F	37	39	41	43	44	4	48	49	50	52	53	54	55	56	57
14°F	27	30	32	34	36	3	40	42	43	45	46	47	49	50	51
16°F	18	21	23	26	28	3	33	34	36	38	40	41	42	44	45
18°F	10	13	16	18	21	2	26	28	30	31	33	35	36	38	39
20°F	—	5	8	11	14	1	19	21	23	25	27	29	31	32	34

17. Conductivité thermique de quelques gaz (0°C)

(en calorie/sec/cm^2/unité de gradient de température)

Acétylène	.000045	Hydrogène	.0000327
Air	.0000568	Sulfure d'hydrogène	.0000287
Ammoniac	.0000458	Méthane (8°C)	.0000647
Argon	.0000389	Dioxyde d'azote (8°C)	.0000460
Dioxyde de carbone	.0000307	Protoxyde d'azote	.0000350
Monoxyde de carbone	.0000499	Nitrogène	.0000581
Chlore	.0000172	Oxygène	.0000563
Ethylène	.0000395	Dioxyde de soufre	.0000184
Helium	.000339	Vapeur (100°C)	.0000519

18. Dilution de quelques acides (en volumes)

Volume d'acide pur (ou d'eau) qu'on doit ajouter à 50 cc d'eau (ou d'acide) pour donner des solutions de poids spécifique indiqué. La température est de 20°C. D'après des expériences faites par W.W.Stiles. Valeurs approchées.

ACIDE NITRIQUE

Poids spécifique	Volume acide ajouté	Poids spécifique	Volume acide ajouté	Poids spécifique	Volume acide ajouté
0.9982	0.0	1.14	18.5	1.27	43.2
1.00	0.2	1.15	20.3	1.28	39.3
1.01	1.1	1.16	22.3	1.29	35.5
1.02	1.9	1.17	24.4	1.20	31.7
1.03	3.0	1.18	26.7	1.31	28.2
1.04	4.1	1.19	29.3	1.32	24.9
1.05	5.2	1.20	32.1	1.33	21.8
1.06	6.4	1.21	35.1	1.34	18.8
1.07	7.7	1.22	38.3	1.35	15.9
1.08	9.1	1.23	41.8	1.36	12.9
1.09	10.6	1.24	45.6	1.37	9.9
1.10	12.0	1.25	49.4	1.38	7.1
1.11	13.5			1.39	4.5
1.12	15.1	Pds sp.	Vol. eau ajouté	1.40	2.1
1.13	16.8	1.26	46.9	1.408	0.0

ACIDE CHLORHYDRIQUE

Pds sp.	Vol.acide	Pds sp.	Vol.acide	Pds sp.	Vol.acide
0.9982	0.0	1.065	24.0	1.120	30.0
1.000	0 4	1.070	26. 0	1.125	26 4
1.005	1.4	1.075	30.0	1.130	2.32
1.010	2.7	1.080	33.7	1 135	20 0
1.015	4.1	1.085	37.9	1.140	17.2
1.020	5.6	1.090	42 2	1.145	14.8
1.025	7.1	1.095	47.0	1.150	12.4
1.030	8.6	1.100	47.8	1.155	10.0
1.035	10.2			1.160	8.0
1.040	11.8	Pds sp.	Vol. eau ajouté	1.165	5.9
1.045	13.8			1.170	3.9
1.050	15.9	1.105	42.2	1.175	2.1
1.055	18.4	1.110	37.6	1.180	0.6
1.060	21.1	1.115	33.7	1.185	0.0

ACIDE SULFURIQUE

Pds sp.	Vol.acide	Pds sp.	Vol.acide	Pds sp.	Vol.acide
0.9982	0.0	1.24	14.5	1.48	44.5
1.01	0.2	1.25	15.3	1.49	46.6
1.02	0.5	1.26	16.1	1.50	48.7
1.03	0.9	1.27	16.9		
1.04	1.3	1.28	17.8	Pds sp.	Vol. eau ajouté
1.05	1.7	1.29	18.7		
1.06	2.2	1.30	19.6	1.51	49.3
1.07	2.7	1.31	20.6	1.52	47.2
1.08	3.2	1.32	21.6	1.53	45.2
1.09	3.7	1.33	22.7	1.54	43.3
1.10	4.3	1.34	23.8	1.55	41.4
1.11	4.9	1.35	25.0	1.56	39.5
1.12	5.5	1.36	26.2	1.57	37.7
1.13	6.2	1.37	27.4	1.58	36.0
1.14	6.9	1.38	28.6	1.59	34.3
1.15	7.6	1.39	29.8	1.60	32.8
1.16	8.3	1.40	31.1	1.61	31.4
1.17	9.0	1.41	32.5	1.62	30.0
1.18	9.7	1.42	33.9	1.63	28.6
1.19	10.5	1.43	35.4	1.64	27.2
1.20	11.3	1.44	36.8	1.65	25.9
1.21	12.1	1.45	38.4	1.66	24.6
1.22	12.9	1.46	40.2	1.67	23.3
1.23	13.7	1.47	42.3	1.68	22.0

ACIDE SULFURIQUE					
Pds spéc.	Vol.eau ajouté	Pds spéc.	Vol.eau ajouté	Pds spéc.	Vol.eau ajouté
1.69	20.7	1.74	14.3	1.79	7.6
1.70	19.4	1.75	13.0	1.80	6.0
1.71	18.1	1.76	11.7	1.81	4.4
1.72	16,9	1 77	10.4	1.82	2.8
1.73	15.6	1.78	9.1	1.83	0.5

19. Règles générales concernant le comportement des métaux et celui de certains composés

a) Action d'un métal sur un sel : Tout métal en déplace un autre placé en-dessous de lui dans la classification.

$$Mg + FeSO_4 \rightarrow MgSO_4 + Fe$$
$$Zn + CuSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Cu$$
$$Sn + 2AgNO_2 \rightarrow Sn(NO_3)_2 + 2Ag$$
$$Cu + Hg(NO_3)_2 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + Ag$$

C'est le principe fondamental de la pile de Daniell. Le voltage de cette pile dépend de la différence entre les potentiels des métaux employés pour les électrodes. Ainsi le couple Zn-Cu donne une force électromotrice plus grande que le couple Zn-Pb ou le couple Fe-Cu. Reportez-vous au "Potentiel d'oxydation des éléments".
Les métaux placés au-dessus de H_2 réagissent avec HCl et H_2SO_4 dilué en libérant H_2.

$$Zn + H_2SO_4 \text{ dilué} \longrightarrow ZnSO_4 + H_2$$
$$Sn + 2\ HCl \longrightarrow SnCl_2 + H_2$$
$$Cu + H_2SO_4 \text{ dilué} \longrightarrow \text{pas de réaction}$$

Les métaux supérieurs à Pt réagissent avec HNO_3 et H_2SO_4 de la façon suivante:

$$2\ Ag + 2\ H_2SO_4 \text{ concentré} \longrightarrow Ag_2SO_4 + SO_2 + 2\ H_2O$$
$$3\ Zn + 8\ HNO_3 \text{ concentré} \longrightarrow 3\ Zn(NO_3)_2 + 2\ NO + 4\ H_2O$$
$$3\ Cu + 8\ HNO_3 \text{ dilué} \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2\ NO + 4\ H_2O$$

L'acide oxyde le métal d'abord et on peut expliquer ainsi la réaction:

Une partie de l'acide se combine à l'eau et s'ionise ainsi:

$$2HNO_3 + 4H_2O \longleftrightarrow 10\,OH^- + 2N^{\substack{+++\\++}}$$

Le nitrogène gagne 3 électrons et le cuivre en perd 2:

$$2(N^{\substack{+++\\++}} + 3e) + 3(Cu - 2e) \rightarrow 3Cu^{++} + 2N^{++}$$

Une partie de l'acide s'ionise de cette façon:

$$6HNO_3 \longleftrightarrow 6H^+ + 6NO_3$$
$$3Cu^{++} + 6NO_3^- \rightarrow 3Cu\,(NO_3)_2$$
$$10\,OH^- + 6H^+\,2N^{++} \rightarrow 2NO + 8H_2O$$
$$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu\,(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

b) Réduction des oxydes : Les oxydes métalliques jusqu'à Mn inclus ne peuvent pas être complètement réduits à l'état métallique, même en présence d'hydrogène. Les oxydes à partir du Cd sont facilement réduits et, tout en fin de classification, les oxydes d'argent, de platine, de mercure et d'or sont réduits (décomposés en métal et oxygène) par la chaleur seule.

c) Oxydation à l'air (rouille) : L'alcali et les métaux alcalino-terreux rouillent très rapidement et avec un production de chaleur importante. Tous les métaux jusqu'au cuivre rouillent relativement facilement. A partir du cuivre, les métaux ne rouillent pas. En assumant que la théorie électrolytique du processus d'oxydation est exacte, ces faits sont précisément ceux auxquels on s'attendait.

d) Abondance des métaux à l'état libre dans la nature : Les eaux naturelles sont fréquemment des solutions diluées d'acides carbonique, nitrique, humique, etc. En tant que telles, elles contiennent des ions hydrogènes susceptibles d'entrer en combinaison avec d'autres ions. Les métaux placés au-dessus de l'hydrogène pourraient se trouver à l'état libre dans la nature, mais, presque sans exception, on les trouve toujours à l'état combiné, comme les sulfures, carbonates, etc. Par contre, on trouve fréquemment les métaux en-dessous de l'hydrogène à l'état libre. On trouve l'or sous forme de pépites. Cependant, ces mêmes métaux se trouvent aussi sous forme de composés, tel que le cinabre (HgS), etc.

e) Action d'un métal sur l'eau : L'alcali et les métaux alcalino-terreux réagissent avec l'hydrogène de l'eau même à basse température en dégageant beaucoup de chaleur. Mg et les métaux suivants réagissent avec l'hydrogène de la vapeur d'eau.

f) Solubilité et stabilité des hydroxydes : Les oxydes des métaux alcalins ont une grande affinité pour l'eau et forment des hydroxydes. Les oxydes des métaux alcalino-terreux réagissent moins avidemment et forment, eux aussi, des hydroxydes. MgO réagit lentement et complètement pour former un hydroxyde. Tous les autres oxydes métalliques et les hydroxydes sont insolubles dans l'eau et ne provoquent pas de réaction sensible avec celle-ci. Quand une solution de NaOH entre en réaction avec des sels métalliques, les sels de métaux alcalins ne précipitent pas. Les sels de métaux alcalino-terreux ne précipitent pas sauf s'ils se trouvent en concentration très forte. Dans toutes les autres solutions de sels métalliques, il y a précipitation des hydroxydes, excepté dans le cas du cuivre qui donne d'abord un hydroxyde de cuivre (couleur bleue) puis, si on le chauffe, donne un oxyde de cuivre (noir). Dans le cas de l'arsenic, aucun précipité ne se forme; de l'arsenite de sodium se forme. Pour ce qui est des derniers métaux de la série, il y a précipitation d'un oxyde au lieu d'un hydroxyde; ainsi NaOH en réaction sur des sels de Sb, Hg, Ag, Pd, Pt et Au, provoque la précipitation des oxydes de ces métaux. Le bismuth, et c'est une exception, donne un hydroxyde normal.

g) Les carbonates : Les métaux alcalins forment des carbonates normalement stables et solubles et qui ne se décomposent pas facilement à la chaleur. Les métaux alcalino-terreux forment des carbonates normaux, insolubles à l'eau et qui se décomposent à la chaleur en oxyde et gaz carbonique. Quand une solution de carbonate de sodium est mise en réaction avec l'un de tous les autres métaux, en règle générale, il y a précipitation d'un carbonate basique puisque celui-ci est insoluble dans l'eau; il se décompose à la chaleur en oxyde et CO_2. Si la solution est froide, Ag, Hg, Cd,Fe et Mn donnent des carbonates normaux. Si la solution est chaude St, Hg, Ag, Pd, Pt et Au donne un oxyde qui précipite, au lieu d'un carbonate, démontrant ainsi l'instabilité des carbonates des métaux du bas de la classification.

h) Les nitrates : Les nitrates des métaux alcalins se décomposent quand on les chauffe fortement pour former du nitrite et de l'oxygène. Les nitrates des métaux lourds jusqu'au cuivre inclus, se décomposent quand on les chauffe pour former l'oxyde du métal, de l'oxygène et du dioxyde d'azote. Le nitrate de mercure, quand on le chauffe, donne du mercure, de l'oxygène et du dioxyde d'azote.

20. L'alphabet grec

Lettre grecque			Nom grec	Equivalent en français	Lettre grecque			Nom grec	Equivalent en français
A	α	∝	Alpha	a	N	ν		Nu	n
B	β		Beta	b	Ξ	ξ		Xi	x
Γ	γ		Gamma	g	O	ο		Omicron	o
Δ	δ		Delta	d	Π	π		Pi	p
E	ε		Epsilon	e	P	ρ		Rho	r
Z	ζ		Zeta	z	Σ	σ	ς	Sigma	s
H	η		Eta	e	T	τ		Tau	t
θ	θ	ϑ	Theta	th	Υ	υ		Upsilon	u
I	ι		Iota	i	Φ	φ	φ	Phi	ph
K	κ		Kappa	k	X	χ		Chi	oh
Λ	λ		Lambda	l	Ψ	ψ		Psi	ps
M	μ		Mu	m	Ω	ω		Omega	o

Since 1961 when the Peace Corps was created, more than 80,000 U.S. citizens have served as Volunteers in developing countries, living and working among the people of the Third World as colleagues and co-workers. Today 6000 PCVs are involved in programs designed to help strengthen local capacity to address such fundamental concerns as food production, water supply, energy development, nutrition and health education and reforestation.

Peace Corps overseas offices:

BELIZE
P.O. Box 487
Belize City

BENIN
BP 971
Cotonou

BOTSWANA
P.O. Box 93
Gaborone

BURKINA FASO
BP 537
Ouagadougou

BURUNDI
BP 1720
Bujumbura

CAMEROON
BP 817
Yaounde

CENTRAL AFRICAN REPUBLIC
BP 1080
Bangui

COSTA RICA
Apartado Postal
1266
San Jose

DOMINICAN REPUBLIC
Apartado Postal
1412
Santo Domingo

EASTERN CARIBBEAN
Including: Antigua, Barbados, Grenada, Montserrat, St. Kitts-Nevis, St. Lucia, St. Vincent, and Dominica
Peace Corps
P.O. Box 696-C
Bridgetown, Barbados
West Indies

ECUADOR
Casilla 635-A
Quito

FIJI
P.O. Box 1094
Suva

GABON
BP 2098
Libreville

GAMBIA, The
P.O. Box 582
Banjul

GHANA
P.O. Box 5796
Accra (North)

GUATEMALA
6 ta. Avenida
1-46 Zone 2
Guatemala City

HAITI
c/o American
Embassy
Port-au-Prince

HONDURAS
Apartado Postal
C-51
Tegucigalpa

JAMAICA
9 Musgrave Avenue
Kingston 10

KENYA
P.O. Box 30518
Nairobi

LESOTHO
P.O. Box 554
Maseru

LIBERIA
Box 707
Monrovia

MALAWI
Box 208
Lilongwe

MALI
BP 85
Bamako

MAURITANIA
BP 222
Nouakchott

MICRONESIA
P.O. Box 9
Kolonia Pohnpei
F.S.M. 96941

MOROCCO
1, Zanquat
Benzerte
Rabat

NEPAL
P.O. Box 613
Kathmandu

NIGER
BP 10537
Niamey

PAPUA NEW GUINEA
P.O. Box 1790
Boroko
Port Moresby

PARAGUAY
c/o American
Embassy
Asuncion

PHILIPPINES
P.O. Box 7013
Manila 3120

RWANDA
BP 28
Kigali

SENEGAL
BP 2354
Dakar

SEYCHELLES
Box 164
Victoria MAHE

SIERRA LEONE
Private Mail Bag
Freetown

SOLOMON ISLANDS
P.O. Box 547
Honiara

SRI LANKA
50/5 Siripa Road
Colombo 5

SWAZILAND
P.O. Box 362
Mbabane

TANZANIA
Box 9123
Dar es Salaam

THAILAND
242 Rajvithi Road
Amphur Dusit
Bangkok 10300

TOGO
BP 3194
Lome

TONGA
BP 147
Nuku'Alofa

TUNISIA
BP 96
1002 Tunis
Belvedere
Tunis

WESTERN SAMOA
Private Mail Bag
Apia

YEMEN
P.O. Box 1151
Sana'a

ZAIRE
BP 697
Kinshasa